

Школа_ Инженерная школа новых производственных технологий (ИШНПТ)
 Направление подготовки _15.03.01 «Машиностроение»
 Отделение школы (НОЦ)_ Материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы

Технологическая подготовка производства изготовления детали "Вал" на станках с ЧПУ
 УДК 621.81-2-025.13

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6А	Маматкулов Холматали Турсунали угли		04.06.2020

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНПТ	Ефременков Егор Алексеевич	к.т.н.		04.06.2020

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Ефременкова Светлана Константиновна			04.06.2020

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кашук Ирина Вадимовна	к.т.н. доцент		04.06.2020

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна			04.06.2020

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Ефременков Егор Алексеевич	к.т.н		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки (специальность): 15.03.01 Машиностроение
 Отделение материаловедение

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Ефременков Е.А.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ **на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
4А6А	Маматкулов Холматали Турсунали угли

Тема работы:

Технологическая подготовка производства изготовления детали "Вал" на станках с ЧПУ	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	28.02.2020 №59-67/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	08.06.20 г.
--	-------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертеж детали «Вал»; Тип производства: мелкосерийное
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Технологическая подготовка производства. Проектирование альтернативного процесса изготовления заданной детали на современных станках с ЧПУ. Разработка принципиальной схемы автоматизированного оборудования.
Перечень графического материала	Чертеж детали. Технологическая документация. Карта наладки.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологическая часть	Ефременкова Светлана Константиновна

Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кашук Ирина Вадимовна
Социальная ответственность	Черемискина Мария Сергеевна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	16.12.19 г.
---	-------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНПТ	Ефременков Егор Алексеевич	к. т. н.		16.12.19
Ассистент ОМ ИШНПТ	Ефременкова Светлана Константиновна			16.12.19

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6А	Маматкулов Холматали Турсунали угли		16.12.19

Код результата	Результат обучения
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительно-монтажных производствах.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований
P7	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства
P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по

	стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
Профиль 1 (Машины и технология высокоэффективных процессов обработки материалов)	
P9	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного, ракетно-космического и сварочного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов, деталей и конструкций
P10	Способность осваивать вводимое новое оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования и конструкций строительно-монтажных объектов, в случае необходимости обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.
P11	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 137 с., 12 рис., 27 таблицы, 15 использованных источников, 3 приложения.

Ключевые слова: цилиндрический, технологический процесс, технологическая подготовка, инструмент, станок, управляющая программа, режимы обработки, размерный анализ, минимальные припуски.

Объектом исследования является: деталь «Вал».

Цель работы является разработка технологической документации на изготовление детали «Вал» с применением оборудования с ЧПУ.

В процессе исследования был выполнен анализ технологичности детали, разработан технологический процесс, подобраны средства технологического оснащения для изготовления детали, подобраны режимы резания и рассчитаны минимальные припуски на обработку детали, произведен размерный анализ и построено граф дерево для технологического процесса. В финансовой части проекта был выполнен расчет сметы затрат на выполнение проекта и оценка экономической эффективности проекта. Выявлены вредные и опасные факторы и предложены мероприятия для устранения этих факторов. В результате исследования был разработан технологический процесс изготовления детали «Вал», написана управляющая программа и карта наладки для токарного станка с ЧПУ, разработана принципиальная схема специального приспособления и рассчитано усилие зажима детали.

Обозначения, сокращения

ЧПУ – числовое программное управление;
ТПП – технологическая подготовка производства;
ТКИ – технологичность конструкции изделия;
ТП – технологический процесс;
СТО – средства технологического оснащения;
СПИД – (станок-приспособление-инструмент-деталь);
КИМ – коэффициент использования материала;
САПР – система автоматизированного проектирования;
СМП – сменные многогранные пластины;
ГПС – гибкая производственная система;
ГПМ – гибкий производственный модуль;
УП – управляющая программа;
ПУ – программное управление;

Оглавление

ВЕДЕНИЕ.....	10
Глава 1. Проектирование технологического процесса изготовления детали «вал»	12
1.2. Этапы технологической подготовки детали «Вала»	13
2. Анализ технологичности конструкции детали «Вала»	14
3. Обеспечение эксплуатационных свойств детали	18
4. Способ получения заготовки	20
5. Проектирование технологического маршрута.....	21
6. Проектирование технологических операций	23
7. Расчет минимальных припусков на обработку	27
7.1. Расчет минимального припуска на механическую обработку $\varnothing 40k6$	27
8. Уточнение содержания переходов	34
9. Выбор средств технологического оснащения	35
10. Выбор и расчет режимов резания.....	38
11. Нормирование технологических переходов.....	48
12. Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ	51
13. Размерный анализ технологического процесса	53
14. Техничко-экономические показатели технологического процесса	55
15. Проектирование средств технологического оснащения	58
16. Обоснование выбора схемы приспособления	58
17. Расчет точности выполнения служебных функций.....	58
18. Проектирование гибкой производственной системы (модуля)	60
Глава 2. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	64
2. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований.....	64
2.1. Потенциальные потребители результатов исследования.....	64
2.2. Анализ конкурентных технических решений	64
2.3 SWOT-анализ.....	66
2.2. Планирование научно-исследовательских работ.....	69
2.2.1. Структура работ в рамках научного исследования.....	69
2.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ	70
2.2.3 Разработка графика проведения научного исследования	74
2.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	74
2.3.1 Расчет материальных затрат НТИ	75
2.3.2 Расчет амортизации специального оборудования	76

2.3.3 Основная заработная плата исполнителей НИП.....	77
2.3.4 Дополнительная заработная плата	78
2.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	79
2.3.6 Накладные расходы.....	79
2.4 Определение финансовой, бюджетной и экономической эффективности исследования	80
Глава 3. Социальная ответственность	86
3.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	86
3.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства	86
3.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.....	87
3.2 Производственная безопасность	87
3.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования	89
3.2.1.1 Электрический ток	89
3.2.1.2 Превышение уровней шума	89
3.2.1.3 Повышенный уровень вибрации	90
3.2.1.4 Недостаточная освещенность рабочей зоны	90
3.2.2 Обоснование мероприятий по предотвращению пожара и разработка порядка действия в случае его возникновения	91
3.3 Экологическая безопасность	92
3.3.1 Анализ возможного влияния объекта исследования на окружающую среду	92
3.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	93
3.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований	93
3.4.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.....	93
Заключение.....	95
Список литературы.....	96
Приложение А Чертеж детали «ВАЛ».	98
Приложение Б Чертеж приспособления.....	100
Приложение В Комплект технологической документации.....	102

ВЕДЕНИЕ

Машиностроение – отрасль народного хозяйства, необходимая для развития любого государства. В XXI веке повысились требования к качеству и количеству выпускаемой машиностроительной продукции. Это стало возможно с внедрением и использованием более современных технологий и методов механической, электромагнитной, термической, ультразвуковой и т.д., обработки материалов. Чтобы обеспечить требуемую точность и производительность изготовления деталей, необходимо повышать долю автоматизированного оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ), а также заменять ручной труд механизированным, что в данное время и происходит. Для эффективного управления и использования такого оборудования требуются высококвалифицированные инженеры-операторы.

Модернизация машиностроительной отрасли должна проводиться заменой старого и устаревшего оборудования новым автоматическим оборудованием с ЧПУ. В нашей стране высокая доля производств с устаревшими станками советского времени, которые не способны обеспечивать необходимых требований.

Наиболее популярный метод обработки материалов – механическая обработка. Другие методы либо дорогостоящие, либо малопродуктивны, либо еще не распространены. Поэтому технологам и конструкторам необходима более полноценная теоретическая и практическая подготовка именно в этой области, но также важно знание и понимание более современных методов обработки, не получившие пока широкого распространения.

Руководство машиностроительных предприятий должно не только умело адаптировать своё производство под современные нужды и рационально использовать свои возможности, но и следить за современными тенденциями и по возможности внедрять их своё производство.

Целью моей работы является – разработка технологической документации на изготовление детали «Вала» с применением оборудования с ЧПУ, для достижения которой решались следующие задачи: анализ технологичности, разработка технологического маршрута изготовления детали, выбор средств технологического оснащения, инструментов, расчет минимальных припусков, расчет режимов обработки, разработка специального гидравлического зажима.

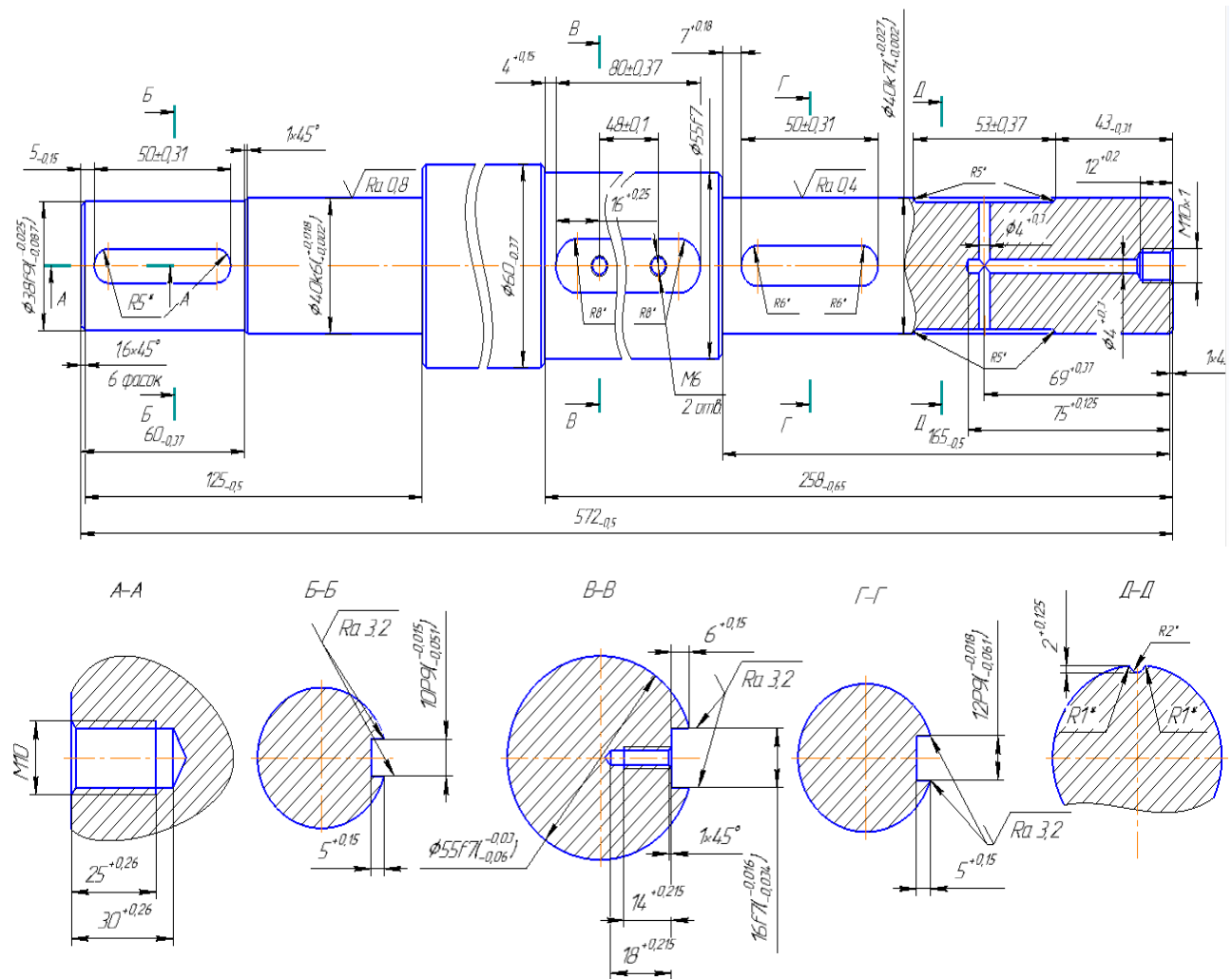


Рисунок 1. – Чертеж детали на проектирование технологического процесса.

ГЛАВА 1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ «ВАЛ»

Технологическая подготовка производства представляет из себя совокупность мероприятий, которые обеспечивают технологическую готовность предприятия [12].

Основная цель ТПП — это обеспечение высокой производительности производства. Кроме того, особенное внимание уделяется требуемому качеству, соблюдение поставленных сроков в соответствии с назначенными технико-экономическими показателями, которые определяют технический уровень изделия и наименьшие трудовые и материальные издержки.

Для выполнения поставленной цели применяют ряд главных функций ТПП, а именно:

- обеспечение ТКИ;
- разработка ТП;
- выбор, проектирование и изготовление СТО;
- организация и управление процессом ТПП [12].

Выше изложенные функции являются группой задач, которые связаны общей целью. Функции могут выполняться раздельно друг от друга, но невзирая на это они находятся во взаимосвязи.

Таким образом первоначальные условия для выполнения ТПП являются:

- комплект конструкторской документации для нового изделия;
- предполагаемый режим работы предприятия предполагаемый коэффициент загрузки оборудования основного производства и ремонтная стратегия предприятий;
- наибольший годовой объём выпуска продукции при полном освоений производства с учетом изготовления запасных частей и поставок по кооперации;
- запланированный срок выпуска изделия и объём выпуска по годам с учётом сезонности;

-предполагаемое кооперирование поставки предприятию деталей, узлов полуфабрикатов и предприятий-поставщика; планируемые поставки предприятия стандартных изделия и предприятий-поставщика; предполагаемые рыночные цены новых 10 товаров исходя из ценовой стратегии предприятия и его целей;

-принятая стратегия по отношению к риску; политика социологии труда предприятия [12].

Современное машиностроительное производство имеет ряд особенностей: широкая номенклатура выпускаемых изделий; повышение технического уровня и качества.

Исходными данными для проведения ТПП являются: полный комплект конструкторской документации на новое изделие; планируемый режим работы предприятия планируемый коэффициент загрузки оборудования основного производства и ремонтная стратегия предприятия; максимальный годовой объем выпуска продукции при полном освоении производства с учетом изготовления запасных частей и поставок по кооперации; предполагаемый срок выпуска изделий и объем выпуска по годам с учетом сезонности; планируемые кооперированные поставки предприятию деталей, узлов полуфабрикатов и предприятия-поставщики; планируемые поставки предприятию стандартных изделий и предприятия-поставщики; предполагаемые рыночные цены новых 10 товаров исходя из ценовой стратегии предприятия и его целей; принятая стратегия по отношению к риску; политика социологии труда предприятия [12].

Современное машиностроительное производство имеет ряд особенностей: широкая номенклатура выпускаемых изделий; повышение технического уровня и качества.

1.2. Этапы технологической подготовки детали «Вала»

Для технологической подготовки детали «Вал» необходимо выполнить следующие этапы: анализ технологичности детали; разработка технологического процесса изготовления детали; выбор обрабатывающих станков, инструментов, технологической оснастки; транспортировка заготовок

между рабочими местами; написание программы для токарного станка с ЧПУ; оформление всей необходимой технологической документации.

Вид заготовки – прокат сортовой стальной горячекатаный, так как наиболее дешевый. Все поверхности доступны для механической обработки. Чтобы увеличить производительность и сократить количество операций, надо на токарной операции с ЧПУ обработать всю деталь за один установи с помощью приспособления зубчатый поводковый центр. Так как основная базовая поверхность – центровые отверстия, их необходимо обработать первыми. Деталь технологична, все базовые поверхности доступны и обеспечивают приемлемую точность. Обработка детали «вала» производится в последовательности операций: заготовительная, токарная, токарная с ЧПУ, контрольная, слесарная, контрольная, фрезерная, слесарная, контрольная, кругло шлифовальная, контрольная, промывочная, консервация. Для каждой операции необходимо подобрать соответствующий ей станок. Станок должен обеспечить необходимые режимы резания, обладать требуемой жесткостью системы к детали. Для токарной операции необходим станок с ЧПУ, так СПИД, обеспечивать полноценный доступ инструмента как получаемые поверхности сложной формы и требуют высокой точности обработки. Инструмент необходимо подобрать из условий соблюдения необходимых размеров, с определенной точностью допусков, а также работоспособности при определенных условиях. Так как деталь небольшой массы, и особых условий транспортировки нет, то заготовки между рабочими местами можно производить посредством ручной транспортировки, про помощи тележек. Так как токарный станок с ЧПУ, то необходимо написание управляющей программы в CAD-программах. Всю технологическую документацию необходимо оформить в соответствии с актуальными нормативными документами и стандартами.

2. Анализ технологичности конструкции детали «Вала»

Разработка ТП выполняется для изделий, конструкции которых отработаны на технологичность. Конструкция детали непосредственно влияет

на разработку технологического процесса, выбор средств технологического оснащения, зажимных приспособлений и возможно будет признана технологичной, в случае если гарантирует простое и дешевое изготовление этого изделия. В зависимости от точности размеров изготавливаемой детали зависит выбор рабочих. В зависимости от материала выбирается способ получения заготовки, её вид (прокат, штамповка поковка, и т.д.), режимы резания, материал инструмента [6].

Выполним анализ чертежа конструкции детали «Вал» и сможем дать качественную оценку технологичности.

Тип детали – Вал.

Материал детали Сталь 45 чаще всего используется при изготовлении, работающих с большими перерывами и редко испытывающих максимальные нагрузки. Он дешевый, широко распространенный и используемый в производстве машин и оборудования; хорошо обрабатывается резанием, что позволяет сократить время на обработку.

Таблица 1 - Химический состав Стали 45

Марк а спла ва										
	C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As	Fe
Стал ь 45	0,42- 0,5	0,17- 0,37	0,5- 0,8	<0,25	<0,0 4	<0,03 5	<0,2 5	<0,2 5	<0,08	0,97

При проектировании изделий, обрабатываемых резанием, необходимо учитывать также следующие факторы: обрабатываемость сталей зависит от их состава, т.е. содержания углерода и легирующих элементов.

Углерод. С увеличением содержания углерода обрабатываемость ухудшается. Одновременно увеличивается возможность получения более высоких параметров шероховатости поверхности, растут усилия резания.

Сера. Содержание в стали серы до 0,04 % улучшает ее обрабатываемость. В стали образуется хрупкая составляющая, которая в виде

множества субмикроскопических включений нарушает сплоченность феррита [4].

Марганец. Увеличение содержания марганца при 0,42-0,5 % углерода ведет к повышению прочности стали и снижению ее пластичности, вследствие чего обрабатываемость стали улучшается. Конструкционные стали повышенной и высокой обрабатываемости резанием, содержат 0,6-1 % марганца [4].

Кремний. Содержание в стали кремния снижает ее обрабатываемость и уменьшает возможность получения требуемой шероховатости. В сталях образуется SiO_2 который приводит к быстрому изнашиванию обрабатывающего инструмента [4].

Фосфор также является вредной примесью. Он образует с железом соединение Fe_3P , которое растворяется в железе. Кристаллы этого химического соединения очень хрупки. Обычно они располагаются по границам зерен стали, резко ослабляя связь между ними, вследствие чего сталь приобретает очень высокую хрупкость в холодном состоянии (хладноломкость). Особенно сказывается отрицательное влияние фосфора при высоком содержании углерода. Обрабатываемость стали фосфор несколько улучшает, так как способствует отделению стружки [5].

Хром – наиболее дешевый и распространенный элемент. Он повышает твердость и прочность, незначительно уменьшая пластичность, увеличивает коррозионную стойкость; содержание больших количеств хрома делает сталь нержавеющей и обеспечивает устойчивость магнитных сил. Ухудшает обрабатываемость стали – снижается ее теплопроводность, увеличивается твердость и прочность [5].

Никель сообщает стали коррозионную стойкость, высокую прочность и пластичность, увеличивает прокаливаемость, оказывает влияние на изменение коэффициента теплового расширения. Никель ухудшает теплопроводность стали и увеличивает их прочность, что приводит к ухудшению обрабатываемости стали [5].

Медь. К вредному влиянию меди относят снижение хладноломкости стали. При повышенном содержании меди она отрицательно влияет на качество поверхности стали при ее термообработке. Однако при содержании более 0,20 % медь повышает ее стойкость к атмосферной коррозии, а также прочностные свойства легированных и низколегированных сталей [5].

Мышьяк в стали не является вредной примесью, и его действие похоже на действие меди. При содержании до 0,1% мышьяк повышает предел прочности и предел упругости стали (на каждую 0,01 % увеличения содержания мышьяка 0,4 кг/мм²). При этом пластичность и ударная вязкость снижаются незначительно. До 0,25% мышьяк не изменяет свариваемость стали. Мышьяк при затвердевании пикирует подобно сере и фосфору. Присадка мышьяка несколько повышает сопротивляемость стали атмосферной коррозии [5].

В качестве технологических баз будем использовать центровые отверстия, которые дают возможность обработать практически все наружные поверхности вала на одних базах с помощью установки в зубчатом поводковом центре. Так как технологические базы совпадают с конструкторскими базами, у нас не будет возникать погрешности базирования. Но при размерном анализе конструкторские размеры могут и не совпадать с технологическими, что вызовет ужесточение допусков на некоторые размеры.

Требования к шероховатости поверхностей вала средние. Есть поверхности с высокими требованиями при обработке которых усложняется технологический процесс, увеличивает номенклатуру обрабатывающего инструмента, но есть и с довольно низкими, обработка которых не требует больших затрат времени и высокой трудоемкости.

Наружные поверхности детали имеют открытую форму, что обеспечивает обработку на проход и свободный доступ инструмента к обрабатываемым поверхностям. Не удобными для обработки могут оказаться радиусные канавки, которые нужны для выхода шлифовального круга.

Анализируя данную деталь с точки зрения технологичности ее изготовления можно отметить ряд положительных факторов:

1. При отсутствии норм на конструктивные элементы, их размеры назначены в соответствии со стандартизированным чертежом;

2. Габаритные размеры детали и точности обработки его поверхностей обеспечиваются возможностями токарных станков.

3. Конструкция детали позволяет обеспечивать свободный подвод и отвод режущего инструмента;

4. Материал хорошо поддается механической обработке;

5. Конструкция детали позволяет выполнять частичную обработку на станках с ЧПУ;

6. Конфигурация детали достаточно жёсткая.

Отрицательными с точки зрения технологичности следует считать следующие факторы:

1. наличие у детали поверхностей выполняемых по 7-му и 6-му качеству и с допусками взаимного расположения (биение);

2. наличие шероховатости $Ra = 1,25$; $Ra = 1,6$; $Ra = 0,16$.

3. сложная форма детали, требующая большого количества операций и установок.

Также необходимо отметить основные требования, предъявляемые к детали: отклонения для неуказанных размеров: для отверстий по H14, для валов по h14, для остальных размеров по $\pm IT14/2$; нанесение покрытия – анодно-окисные покрытия.

Из выше сказанного можно сделать вывод, что представленная деталь является технологичной.

3. Обеспечение эксплуатационных свойств детали

Инерционные характеристики модели.

Масса модели: 8,504311 [кг]

Центр тяжести модели: (-9,667280, -0,237899, -0,000331) [мм]

Моменты инерции модели:

(2995,69940, 166978,087846, 166938,343869) [кг*мм*мм]

Суммарная реакция опор:

(-0,007765, -2266,352628, -0,000052) [Н]

Момент относительно центра масс:

(0,000750, 0,024981, -75,233967) [Н*м]

Абсолютные значения:

Реакции: 2266,352628 [Н]

Момент: 75,233971 [Н*м]

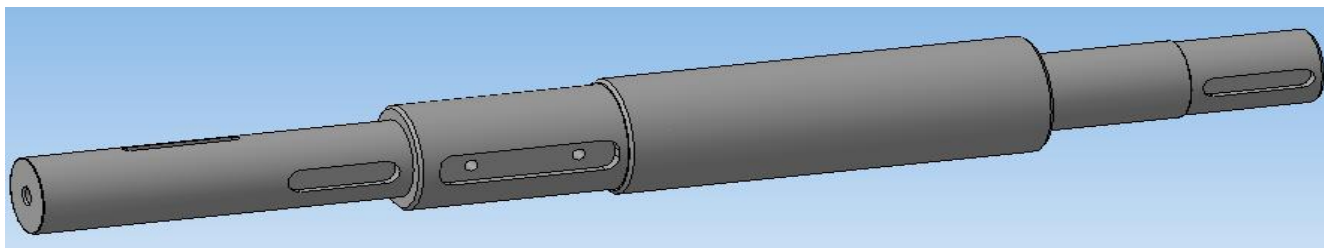


Рис.2 – 3D модели, КОМПАС- 3d V16.

Эксплуатационные свойства детали, обычно, определяются качеством их рабочих поверхностей, которые формируются при изготовлении либо восстановлении. Надежность и долговечность изделий в значимой мере зависит от эксплуатационных свойств деталей и их соединений которые могут быть определены с применением методов математической статистики и теории вероятностей. Проверка работоспособности конструкции детали выполняется с помощью САЕ – системы. Для данной детали были проведены расчеты возникновения напряжений при ее эксплуатации. Моделирование и расчеты были выполнены в программе КОМПАС- 3d V16.

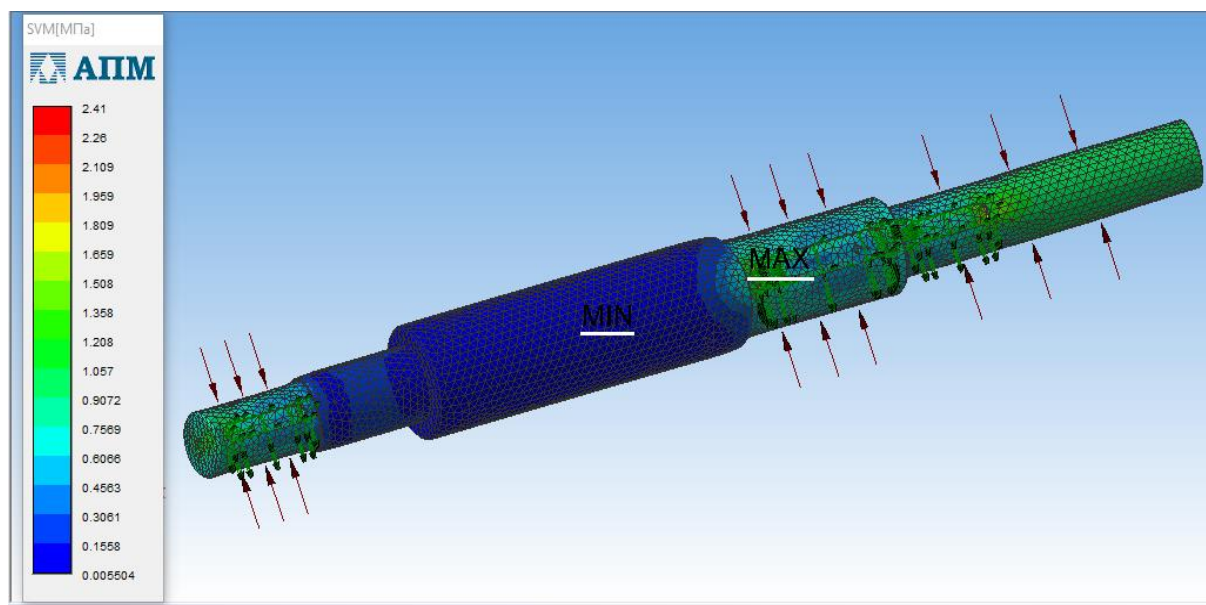


Рис.3– Напряженная модель детали «Вал»

В ходе исследования эксплуатационных свойств детали мы закрепили места под подшипники диаметром 40 мм и торец. Далее приложили внешнюю

нагрузку: крутящий момент 10 Н×м. Согласно рисунку 3, самое большое напряжение возникает в шпоночные пах по диаметру 16 мм. На остальных поверхностях детали напряжения не значительны.

4. Способ получения заготовки

Прежде чем начать изготовление детали, материал, из которого она будет изготовлена, преобразовывают в заготовки. Заготовки обычно стараются получить такими, чтобы их форма и размеры максимально были близки к форме и размеру готового изделия. Это предоставляет возможность уменьшить затраты материалов и электричества, повысить производительность труда. В зависимости от характера материала, назначения детали, требуемой точности ее изготовления и т. д. заготовки получают литьем, ковкой, штамповкой, высадкой, прокаткой, волочением и другими способами. Метод получения заготовки зависит от типа производства. Так как в данном случае производство мелкосерийное целесообразно рассмотреть такие способы, как получение заготовки из проката и получение заготовки из штамповки.

КИМ определяется отношением массы детали (мд) к массе израсходованного материала (мр).

Коэффициент использования материала (КИМ) определяется по формуле [14]:

$$K_{\text{им}} = \frac{q}{Q}$$

где q – масса готовой детали, кг; Q – масса заготовки, кг.

По данным САПР Компас-3D V16.1

Определяем коэффициент использования материала (КИМ) с учетом технологических потерь[14]:

Для проката имеем: $Q = 15,05$ кг, $q = 8,5$ кг, тогда

$$K = \frac{8,5}{15,05} = 0,56$$

Для штамповки: $Q = 10,92$ кг, $q = 8,5$ кг, тогда

$$K = \frac{8,5}{10,92} = 0,77$$

Если сравнить коэффициенты, видно, что заготовка из штамповки подходит лучше для производства, чем прокат. Если использовать заготовку из штамповки, то уменьшится время на механическую обработку. Но, во-первых, появится необходимость в обдирке заготовки. Во-вторых, оборудование для отрезки круглого проката дешевле, чем оборудование для получения штамповки. Так как нам нужно изготовить 100 деталей в год использовать штамповку не целесообразно. Поэтому подходящим вариантом будет выбрать заготовку из проката. Используется круглая заготовка из материала сталь 45 диаметром 65 мм и длиной 580 мм.

5. Проектирование технологического маршрута

Технологический маршрут – последовательность выполнения технологических операций с указанием содержания операций, необходимого оборудования и технологической оснастки для их выполнения.

Для проектирования технологического маршрута существуют общие принципы на основе которых будет разрабатываться маршрут. Такими принципами являются:

1. Первыми обрабатываются поверхности, которые в дальнейшем будут использоваться как технологические базы на всех либо большинстве операций технологического процесса.

2. Используя чистовые базы, обрабатывают необходимые поверхности в последовательности увеличения точности, т.е. чем точнее поверхность, тем позже её обрабатывают.

3. Выявляют необходимость разделения процесса изготовления на стадии обработки. При механической обработке такими стадиями являются: Черновая, чистовая, отделочная.

4. Вспомогательные поверхности типа фаски, пазы и др. обычно получают на чистовых стадиях обработки.

5. Предварительное содержание операций устанавливают объединением технологических переходов на данной стадии обработки, которые могут быть выполнены на одном станке.

6. В маршрутный технологический процесс, включают второстепенные операции, а также контрольные операции. На выше изложенном основании можно наметить предварительную последовательность обработки поверхностей заготовки.

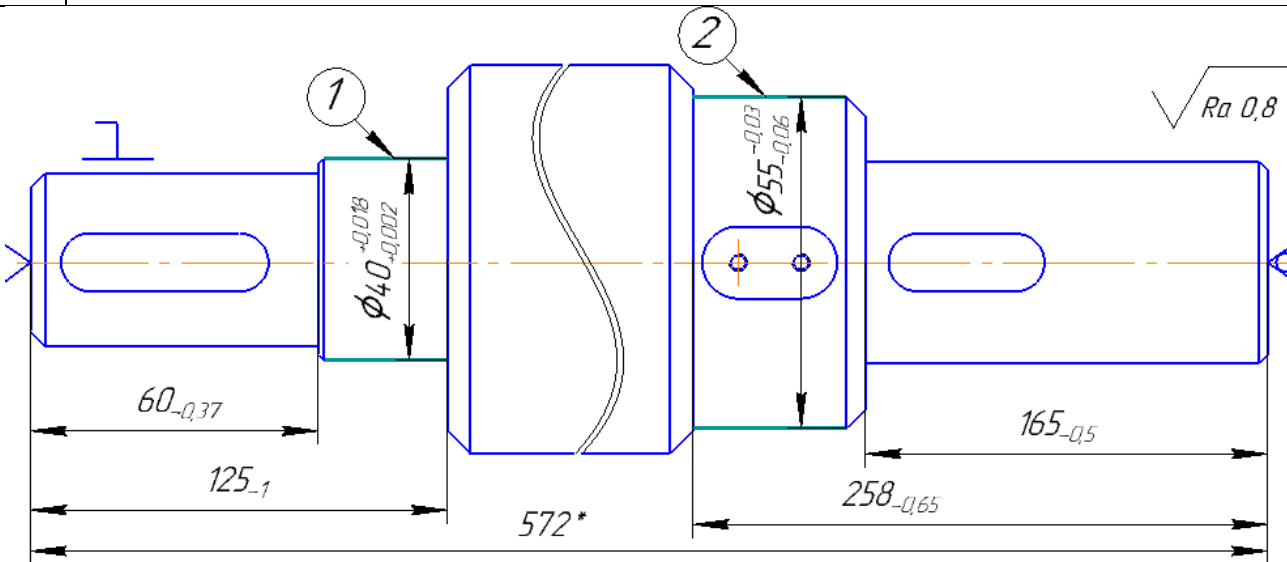
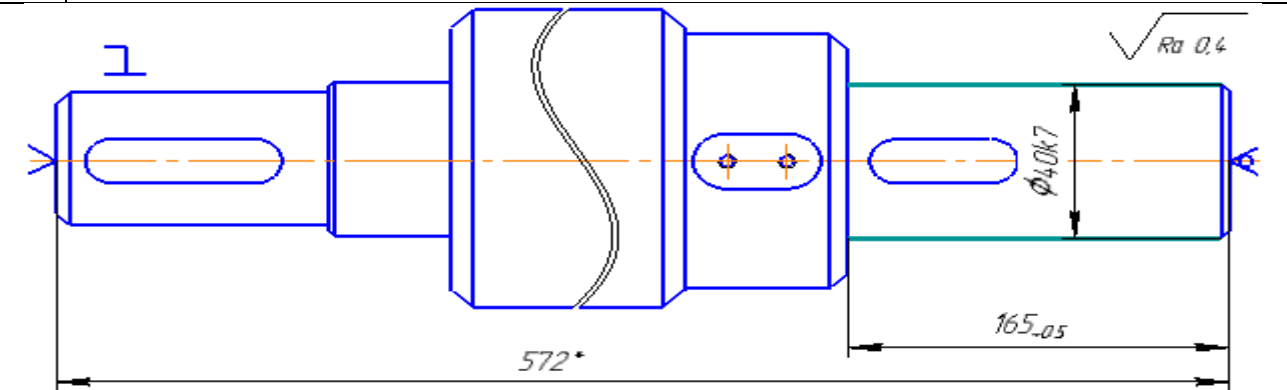
- | | |
|-----------------------------|-------------------------|
| 1. Заготовительная; | 7. Контрольная; |
| 2. Токарная с ЧПУ ; | 8. Кругло шлифовальная; |
| 3. Слесарная; | 9. Промывочная; |
| 4. Контрольная; | 10. Контрольная; |
| 5.Фрезерно-Сверленая с ЧПУ; | 11. Консервация; |
| 6. Слесарная; | |

6. Проектирование технологических операций

№	Операционный эскиз.	Наименование и содержание операций и переход
1.		<p>005.Заготовительная:</p> <p>Отрезать заготовку выдержав размер $580_{-2,5}$ мм.</p>
2.		<p>010. Токарная с ЧПУ.</p> <p>А) Установить и закрепить деталь в 3-х кулачковый патрон.</p> <p>База: наружный диаметр и торец.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезать торец выдержав размера 576_{-2} мм. 2. Центровать $\varnothing 5$ ГОСТ 14034-74 3. Сверлить $\varnothing 8,75^{+0,18}$ и глубина $30 \pm 0,26$ мм.
3.		<p>Б) Переустановить и закрепить деталь в 3-х кулачковый патрон.</p> <p>База: наружный диаметр и торец.</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Подрезать торец, выдержав размера $573_{-1,5}$ мм 5. Центровать $\varnothing 5$ ГОСТ 14034-74 6. Сверлить $\varnothing 9^{+0,18}$ и глубина $12 \pm 0,215$ мм 7. Сверлить $\varnothing 4^{+0,3}$ и $175 \pm 0,125$ мм.

4.		015. Токарная с ЧПУ: А) Установить и закрепить деталь в 3-х кулачковый патрон. База: наружный диаметр и торец. 1. Подрезать торец выдержав размера $572,5_{-1}$ мм. 2. Точить на согласно эскизу. 3. Точить фаску согласно эскизу.
5.		Б) Переустановить и установка вала в центрах. База: наружный диаметр и торец. 4. Подрезать торец, сняв припуск 0,5 мм. 5. Точить по контуру согласно эскизу. 6. Точить фаски согласно эскизу.
6.	020. Слесарная: 1. Нарезать резьбу на вал М10. 2. Зачистить вход резьбы.	
7.	025. Контрольная: Контролировать размеры по чертежу.	
8.		030. Фрезерно-Сверленая с ЧПУ А). Установить заготовку в призмы База: наружный диаметр 1. Центровать вала размера $\varnothing 0,8$ мм. 2. Сверлить от в $\varnothing 4^{+0,3}$ мм.

9.	<p>Б). Переустановить заготовку на призме. База: наружный диаметр</p> <p>3. Фрезеровать 3 шпоночных паза в размера по эскизу.</p> <p>4. Центровать отверстие размера $\varnothing 0,8$ мм.</p> <p>5. Сверлить 2 отверстие в размеры $\varnothing 5$ мм.</p>
10.	<p>035. Слесарная:</p> <p>1. Снять заусенцы, притупить острые кромки</p> <p>2. Нарезать резьбу М6.</p>
11.	<p>040. Контрольная:</p> <p>Контролировать размеры по чертежу.</p>

12.	<p>045. Кругло шлифовальная:</p> <p>А). Установить кольцо технологическое на заготовку, и закрепить хомутик.</p> <p>База: поджать центром</p> <p>1. Шлифовать цилиндр (1).</p> <p>2. Шлифовать цилиндр (2).</p>
	
13.	<p>050. Контрольная:</p> <p>Контролировать размеры и шлифование поверхность по чертежу.</p>
14.	<p>055. Кругло шлифовальная:</p> <p>Б). Переустановить кольцо технологическое на заготовку, и закрепить хомутик.</p> <p>База: поджать центром</p> <p>1. Отделочное шлифование, доводка.</p>
	
15.	<p>060 Промывочная:</p>

	1. Промыть по ТПП 01279-00002 вар.1
16.	065 Контрольная: Контролировать размеры и шлифование поверхность по чертежу.
17.	070. Консервация: Консервировать по ТПП 60270-00002, вариант 1.

7. Расчет минимальных припусков на обработку

Одной из основных задач, решаемых в процессе технологического проектирования, является обеспечение установленного качества деталей и машин при минимальных затратах ресурсов. В условиях высокой цены на материалы проблема уменьшения материалоемкости производства всегда актуальна. Уменьшение припусков на обработку является одним из путей позволяющих снизить материалоемкость. Размер припуска для поверхности детали определяют расчетно-аналитическим методом или ориентировочно назначают по справочным таблицам.

7.1. Расчет минимального припуска на механическую обработку $\varnothing 40k6$

Шероховатость поверхности детали $\sqrt{Ra} 0,8$, допуск на размер детали $\delta_{дет} = 0,016\text{мм}$.

Шероховатость поверхности заготовки $\sqrt{Ra} 50$, допуск на диаметр заготовки $\delta_{заг} = 1,4\text{ мм} = 1400\text{ мкм}$.

Для получения размера цилиндрической поверхности шейки вала с требуемой точностью необходимо в результате обработки обеспечить

получение уточнения $\epsilon_{дет} = \frac{\epsilon_{заг}}{\delta_{дет}} = \frac{1400}{16} = 87,5$ шероховатости

поверхности $\sqrt{Ra} 0,8$ [1].

Основным методом обработки поверхностей валов, позволяющим получить требуемую точность и шероховатость поверхности является круглое шлифование. Но заготовки, поступающие на шлифование должны иметь диаметральный размер с допуском, меньшим $\delta_{заг} = 1,4\text{ мм}$, и примерно

соответствующим 9-му качеству (h9), т.е. с $\delta_{\text{чист}} = 0,062$ мм, и с шероховатостью поверхности $\sqrt{Ra} 1,6$ [1].

Круглое шлифование экономично может дать уточнение:

$$\varepsilon_{\text{шилф}} = \frac{\delta_{\text{чист}}}{\delta_{\text{дет}}} = \frac{0,062}{0,016} = 3,875$$

Сопоставляя эту величину с требуемой $\varepsilon_{\text{дет}} = 87,5$, видим, что осуществить переход от заготовки к готовой детали путем одного перехода не представляется возможным. Необходимо найти еще один или несколько методов обработки, которые бы обеспечили получение оставшейся величины уточнения:

$$\varepsilon_{\text{ост}} = \frac{\varepsilon_{\text{дет}}}{\varepsilon_{\text{шлиф}}} = \frac{87,5}{3,875} = 22,5$$

Для обработки заготовки из проката выбираю черновое точение.

Черновое точение при экономичной обработке может дать уточнение:

$$\varepsilon_{\text{черн.точ}} = \frac{\delta_{\text{заг}}}{\delta_{\text{черн.точ}}} = \frac{1,4}{0,25} = 5,6$$

Допуск на диаметральный размер после черного точения определен по 12-му качеству (h12) $\delta_{\text{черн.точ}} = 0,25$ мм.

Как видно, величина уточнения 2-х намеченных операций равна:

$$\varepsilon_{\text{получ}} = \varepsilon_{\text{черн.точ}} \cdot \varepsilon_{\text{шлиф}} = 5,6 \cdot 3,875 = 21,7,$$

вместо требуемого $\varepsilon_{\text{дет}} = 87,5$, следовательно между черновым точением и круглым шлифованием необходимо ввести еще обработку, которая бы давала уточнение:

$$\varepsilon_{\text{чист}} = \frac{\varepsilon_{\text{дет}}}{\varepsilon_{\text{получ}}} = \frac{87,5}{21,7} = 4,03$$

В качестве такой обработки можно применить чистовое точение.

Таким образом, для получения требуемой точности диаметр шейки вала заготовка должна пройти 3 операции:

- 1) Черновое точение $\varepsilon_{\text{черн.точ}} = \varepsilon_1 = 5,6$;
- 2) Чистовое точение $\varepsilon_{\text{чист.точ}} = \varepsilon_2 = 4,03$;

3) Круглое шлифование $\epsilon_{\text{шлиф}} = \epsilon_3 = 3,875$;

В результате обработки общее уточнение:

$$\epsilon'_{\text{дет}} = \epsilon_1 \cdot \epsilon_2 \cdot \epsilon_3 = 3,875 \cdot 4,03 \cdot 5,6 = 87,5.$$

Установив последовательность обработки, выбрав методы обработки, рассчитаем минимальные припуски и меж переходные размеры.

Расчет минимальных припусков на механическую обработку ведется с использованием таблицы 2.

Таблица 2 – Минимальный припуск на механическую обработку торца Ø40k6

Технологические переходы при обработке поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $Z_i^{\text{мин}}$ мкм	Расчетный размер, D_p	Допуск δ , мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	Rz	T	ρ	ϵ				$d_{\text{max}}^{\text{пр}}$	$d_{\text{min}}^{\text{пр}}$	$2Z_{i \text{ max}}^{\text{пр}}$	$2Z_{i \text{ min}}^{\text{пр}}$
Заготовка	150	250	1045	-	-	43,529	1800	43,529	45,4	-	-
Черновое точение – h12	50	50	63	-	2·1445	40,641	340	40,641	40,99	4410	2950
Чистовое точение – h9	20	30	42	-	2·163	40,315	100	40,315	40,5	490	250
Круглое шлифование – k6	10	20	21	-	2·102	40,111	25	40,111	40,136	364	289
Круглое шлифование – k6	5	15	-	-	2·51	40,009	17	40,009	40,026	110	102
Итого $Z_{\text{п}}^{\text{пр}}$										5374	3591

Минимальный симметричный припуск при обработке поверхностей вращения находят по формуле[1]:

$$2Z_i^{\text{мин}} = 2(Rz_{(i-1)} + T_{(i-1)} + \sqrt{\rho_{(i-1)}^2 + \epsilon_i^2})$$

По справочнику [1] нахожу значения дефектного слоя T и шероховатости Rz для выбранных методов механической обработки:

- черновое точение – Rz 50, T = 100 мкм;
- чистовое точение – Rz 63, T = 30 мкм;
- круглое шлифование – Rz 3,2, T =10 мкм.
- круглое шлифование – Rz 1,25, T =5 мкм.

Погрешность установки i в радиальном направлении равна 0, так как обработка ведется в центрах.

Суммарное пространственное отклонение [15]:

$$\rho_{\varepsilon} = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{ц}}^2},$$

где $\rho_{\text{кор}}$ – пространственное отклонение, выражает коробление детали;
 $\rho_{\text{ц}}$ – пространственное отклонение, выражает погрешность установки в центрах.

Пространственное отклонение коробления детали определяем по формуле [15]:

$$\rho_{\text{кор}} = \Delta_k l = 0,0015 \cdot 98 = 0,147 \text{ мм}$$

где (Δ_k – удельная кривизна заготовки на 1 мм длины[1], l – длина участка вала от обрабатываемой шейки до ближайшего торца).

$$\rho_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{\delta_{\varepsilon}^2}{4} + 0,25^2} = \sqrt{\left(\frac{2}{2}\right)^2 + 0,25^2} = 1,031 \text{ мм}$$

Находим суммарное отклонение [15]:

$$\rho_{\varepsilon} = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{ц}}^2} = \sqrt{0,250^2 + 1,031^2} = 1,045 \text{ мм}$$

Остаточное пространственное отклонение после каждого перехода можно определить по формулам:

- после чернового точения: $\rho = 0,06 \cdot 1045 = 62,7 \approx 63 \text{ мкм}$;
- после чистового точения: $\rho = 0,04 \rho_3 = 42 \text{ мкм}$;
- после термической обработки: $\rho = 2 \text{ мкм}$;
- после чистового круглого шлифования: $\rho = 0,02 \rho_3 = 8,48 \text{ мкм}$

Расчетный минимальный припуск для $\varnothing 40\text{k6}$

Для чистового шлифования

$$2Z_i^{\text{min}} = 2(150 + 250 + 1045) = 2 \cdot 1445 \text{ мкм}$$

Для чистового точения

$$2Z_i^{\text{min}} = 2(50 + 50 + 63) = 2 \cdot 163 \text{ мкм}$$

Для чернового точения

$$2Z_i^{min} = 2(30 + 30 + 42) = 2 \cdot 102 \text{ мкм}$$

Для чернового точения

$$2Z_i^{min} = 2(10 + 20 + 21) = 2 \cdot 51 \text{ мкм}$$

Графу «Расчетный размер» заполняем, начиная с конечного (чертежного) размера путем последовательного прибавления расчетного минимального припуска каждого технологического перехода[13] .

Расчетный размер для Ø40k6:

Для чистового точения

$$D_p = 40,009 + 2 \cdot 0,102 = 40,111 \text{ мм}$$

Для чернового точения

$$D_p = 40,111 + 2 \cdot 0,204 = 40,315 \text{ мм}$$

Для заготовки

$$D_p = 40,315 + 2 \cdot 3,26 = 40,641 \text{ мм}$$

$$D_p = 40,641 + 2 \cdot 2,888 = 43,529 \text{ мм}$$

Наименьшие предельные размер определяем округлением расчётных размеров в сторону увеличения их значений[13].

Наибольшие предельные размеры определяем прибавлением допусков к округлённым наименьшим предельным размерам [13].

Наибольшие предельные размеры для Ø40k6:

Для чистового шлифования

$$d_{max}^{пр} = 40,009 + 0,017 = 40,026 \text{ мм}$$

$$d_{max}^{пр} = 40,111 + 0,025 = 40,136 \text{ мм}$$

$$d_{max}^{пр} = 40,400 + 0,100 = 40,500 \text{ мм}$$

$$d_{max}^{пр} = 40,650 + 0,340 = 40,990 \text{ мм}$$

$$d_{max}^{пр} = 43,600 + 1,800 = 45,400 \text{ мм}$$

Максимальные предельные значения припусков $Z_{i max}^{пр}$ равны разности наибольших предельных размеров, а минимальные значения припусков

$Z_{i\ min}^{пр}$ соответственно разности наименьших предельных размеров предшествующего и выполняемого переходов [13].

Для чернового точения

$$Z_{i\ max}^{пр} = 41,92 - 40,45 = 1470 \text{ мкм}$$

$$Z_{i\ min}^{пр} = 40,52 - 40,2 = 320 \text{ мкм}$$

Для чистового точения

$$Z_{i\ max}^{пр} = 40,45 - 40,132 = 318 \text{ мкм}$$

$$Z_{i\ min}^{пр} = 40,2 - 40,07 = 130 \text{ мкм}$$

Для чистового шлифования

$$Z_{i\ max}^{пр} = 40,132 - 40,018 = 114 \text{ мкм}$$

$$Z_{i\ min}^{пр} = 40,07 - 40,002 = 68 \text{ мкм}$$

Проверить правильность расчетов путем сопоставления разности итоговых припусков $Z_{0\ max}^{пр}$ и $Z_{0\ min}^{пр}$ и допусков $\delta_{заг} - \delta_{дет}$; при этом разность промежуточных припусков должна быть равна разности допусков на промежуточные размеры, а разность общих припусков – разности допусков на размеры черной заготовки $\delta_{заг}$ и готовой детали $\delta_{дет}$ [13].

Проверка: $1800-17=5374-3591$; $1783=1783$ – равенство верно, значит, расчет выполнен правильно.

Расчет минимальных припусков на обработку торца 572 h12

Таблица 3 –Минимальный припуск на механическую обработку торца 572h12

Технологические переходы при обработке поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $Z_i^{мин}$ мкм	Расчетный размер мм	Допуск δ , мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	$Rz_{(i-1)}$	$T_{(i-1)}$	$\rho_{(i-1)}$	ϵ_i				$l_{max}^{пр}$	$l_{min}^{пр}$	$Zi_{max}^{пр}$	$Zi_{min}^{пр}$
Отрезка заготовки от длинного прутка	150	150	110	-	2·410	574,2	2500	576,5	574	-	-

Подрезка правого торца h14	50	50	56	-	2·156	572,8	1300	572,1	572,8	1300	800
Подрезка второго торца h12	30	30	14	-	2·74	572,7	1300	572	572,7	1250	500
Итого $Z_0^{\text{пр}}$										2550	1300

Теперь рассчитываем минимальные значения припуска.

Минимальный припуск под подрезание первого торца:

$$2Z_{\min 1} = [R_{zi-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1}] = 2 \cdot (150 + 150 + 110) = 2 \cdot 410 \text{ мкм}$$

Под подрезание второго торца:

$$2Z_{\min 1} = [R_{zi-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1}] = 2 \cdot (50 + 50 + 56) = 2 \cdot 156 \text{ мкм}$$

Под подрезание первого торца:

$$2Z_{\min 1} = [R_{zi-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1}] = 2 \cdot (30 + 30 + 14) = 2 \cdot 74 \text{ мкм}$$

Расчетный размер заполняется, начиная с конечного размера, путем последовательного прибавления расчетного минимального припуска каждого технологического перехода.

$$d_{p2} = 572,7 + 0,148 = 572,848 \text{ мм};$$

$$d_{p1} = 572,848 + 0,312 = 573,16 \text{ мм};$$

$$d_{p3} = 573,16 + 0,82 = 573,98 \text{ мм};$$

Наибольшие предельные размеры вычисляем прибавлением допуска к округленному наименьшему предельному размеру.

$$d_{\max 3} = 572,7 + 1,3 = 572 \text{ мм};$$

$$d_{\max 2} = 572,8 + 1,3 = 572,1 \text{ мм};$$

$$d_{\max 1} = 573,2 + 1,3 = 572, \text{ мм};$$

$$d_{\max 3} = 574,5 + 1,5 = 576 \text{ мм};$$

Максимальные предельные значения припусков.

$$2Z_{max3}^{пр} = 574,1 - 574 = 100 \text{ мм};$$

$$2Z_{max2}^{пр} = 574,5 - 574,1 = 500 \text{ мм};$$

$$2Z_{max1}^{пр} = 576,5 - 574,5 = 1250 \text{ мм};$$

Минимальные предельные значения припусков.

$$2Z_{min3}^{пр} = 572,8 - 572,7 = 100 \text{ мм};$$

$$2Z_{min2}^{пр} = 573,2 - 572,8 = 500 \text{ мм};$$

$$2Z_{min1}^{пр} = 574 - 573,2 = 800 \text{ мм};$$

8. Уточнение содержания переходов

Технологическим переходом называют законченную часть технологической операции, характеризующуюся постоянством применяемого инструмента и поверхностей, образуемых обработкой и соединяемых при сборке. Когда изменяется режим резания или режущий инструмент, начинается следующий переход.

Под рабочим ходом понимают законченную часть технологического перехода, состоящую из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, сопровождаемого изменением формы, размеров, шероховатости поверхности или свойств заготовки.

Уточним содержание переходов для получения поверхностей. 010

010 Токарной с ЧПУ (установи А):

- 1) Подрезка торца – 1 переход, 2 рабочих хода;
- 2) Сверление центрального отверстия – 1 переход, 1 рабочий ход.

010 Токарной с ЧПУ (установи Б):

- 1) Подрезка торца – 1 переход, 2 рабочих хода;
- 2) Сверление центрального отверстия – 1 переход, 1 рабочий ход.

015 Токарной с ЧПУ (установи А):

- 1). Подрезка торца – 1 переход, 1 рабочий ход
- 2). Точение наружного Ø55,4 – 2 переход, 8 рабочих ход

3). Точение наружного Ø40,6 – 3 переход, 10 рабочий ход

015 Токарной с ЧПУ (установи Б):

1) Подрезка торца – 1 переход, 1 рабочий ход

2) Точение наружного Ø60 – 2 переход, 4 рабочий ход

3) Точение наружного Ø40,3 – 3 переход, 10 рабочий ход

4) Точение наружного Ø38,6 – 2 перехода, 12 рабочих ходов

030 Фрезерной–Сверлѐный с ЧПУ(установи А);

1) Центрового отверстия – 1 переход, 1 рабочий ход

2) Сверление отверстия – 2 переход, 3 рабочий ход

030 Фрезерной–Сверлѐный с ЧПУ(установки Б);

1) Фрезерование шпоночного паза – 1 переход, 2 рабочих хода;

2) Фрезерование шпоночного паза – 2 переход, 3 рабочих хода;

3) Фрезерование шпоночного паза – 1 переход, 2 рабочих хода;

4) Фрезерование шпоночного паза – 1 переход, 1 рабочих хода;

5) Сверление отверстия – 1 переход, 2 рабочий ход

6) Сверление отверстия – 1 переход, 2 рабочий ход

7) Нарезать резьбу М6 –1 переход, 2 рабочих хода;

050 Круглошлифовальная:

1) Шлифование Ø40 – 1 переход, 20 рабочих ходов

2) Шлифование Ø55 – 1 переход, 10 рабочих ходов

055 Круглошлифовальная:

1) Шлифование Ø40 – 1 переход, 20 рабочих ходов

9. Выбор средств технологического оснащения

Технологическое оборудование и средства технологического оснащения должны быть ограничены номенклатурой технологического оборудования цеха или участка, для которых выполняется проектирование.

Таблица 4 – Средств на технологического оснащения

Операция	Оборудование	Инструмент	Приспособление
005 Заготовительная	Круглопильный отрезной станок 8Г663	Пила дисковая 34200365 ГОСТ 9769-79; Линейка – 400 ГОСТ 427-75	Призмы 7033-0039 ГОСТ 12195-66;

010-015 Токарная с ЧПУ Установки Б	Токарная станок с ЧПУ DMG NEF 400	Державка для точения SCLCL 2525M 09HP (2шт); Пластина: CCMT 09 T3 04-MM 2220 (2шт); Державка для точения канавок LF123U062525BM (2шт); Пластина: N123T3-0100-RS 1125 (2шт)	Патрон 3-х кулачковый 7100-0015 ГОСТ 267580; Патрон сверлильный 13-B16 ГОСТ 8522-79;
020 Слесарная	Верстак слесарный ГОСТ 19917-93	Нарезать резьбу M10 ГОСТ 3266-81 P6M5 ГОСТ 1604-71	
025 Контрольная	Контрольный стол	Набор радиусных шаблонов ГОСТ 4126; Штангенциркуль ШЦП-125-0,05 ГОСТ 16689; Образец шероховатости 3,2 Т ГОСТ 9378-93	
030 Фрезерное–Сверлѐная с ЧПУ(установки А);	Станок фрезерно-сверлильная JET JMD-45PF	Фреза шпоночная Ø10, Ø16, ГОСТ 9140-2015 P6M5	Гидравлический зажим; 2 Призмы 7033-0038 ГОСТ 12195-96; Втулка переходная 1752-4-1
030 Фрезерное–Сверлѐная с ЧПУ(установки Б);	Станок фрезерно-сверлильный JET JMD-45PF	Фреза шпоночная Ø10, Ø16, ГОСТ 9140-2015 P6M5	Гидравлический зажим; 2 Призмы 7033-0038 ГОСТ 12195-96; Втулка переходная 1752-4-1
030 Слесарная	Верстак слесарный ГОСТ 19917-93	Нарезать резьбу M6 ГОСТ 3266-81 P6M5 ГОСТ 1604-71	Тиски 7827-0281 ГОСТ 4045-75
035 Контрольная	Контрольный стол	Набор радиусных шаблонов ГОСТ 4126; Штангенциркуль ШЦП-125-0,05 ГОСТ 16689; Образец шероховатости 3,2	

		Т ГОСТ 9378-93	
045.Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок RSM 750.	Шлифовальный круг ПП 500х50х203; 20А СМ- 5-К ГОСТ 2424-83 ТУ 3982-003-01394573	Центр вращающийся 7032-4158-01; Втулка переходная КМ3/КМ2 с лапкой. Центр срезанный (полуцентр) ГОСТ 2576 Оправка для шлифовального круга Ø203 ГОСТ 2270-78
050 Контрольная	Контрольный стол	Набор радиусных шаблонов ГОСТ 4126; Штангенциркуль ШЦЦ-125-0,05 ГОСТ 16689; Образец шероховатости 3,2 Т ГОСТ 9378-93	
055.Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок RSM 750.	Шлифовальный круг ПП 500х50х203; 20А СМ- 5-К ГОСТ 2424-83 ТУ 3982-003-01394573	Центр вращающийся 7032-4158-01; Втулка переходная КМ3/КМ2 с лапкой. Центр срезанный (полуцентр) ГОСТ 2576 Оправка для шлифовального круга Ø203 ГОСТ 2270-78
060. Промывочная Вариант №1	Ванна ВП 9.7.7/0,9.	Раствор по ТТП 0127900001	
065. Контрольная	Контрольный стол	Набор радиусных шаблонов ГОСТ 4126; Штангенциркуль ШЦЦ-125-0,05 ГОСТ 16689; Образец шероховатости 3,2 Т ГОСТ 9378-93	
070 Консервация Вариант №1	Стол упаковочный	Технический вазелин, парафинированная бумага	

10. Выбор и расчет режимов резания

В основе назначения режимов резания лежит определение глубины, подачи и скорости резания, при которых будет обеспечена наиболее экономичная и производительная обработка поверхности по точности и шероховатости обработанной поверхности. Для начала необходимо подобрать глубину резания, затем максимально допустимая подача, а потом определяется скорость резания. Такой порядок выбора элементов режима резания определяется тем, что на количество выделяемого при резании тепла, а, следовательно, на износ и стойкость резца глубина резания влияет в наименьшей, а подача и особенно скорость резания – в наибольшей степени.

010 Токарной с ЧПУ

Подрезка торца Ø65*

Инструмент: Резец подрезной с СМП из твердого сплава Т15К6 с углом наклона головки резца 45°. Радиус при вершине 0,4 мм ГОСТ 18880-73.

Материал режущей пластины: Т15К6.

Обрабатываемый материал: Сталь 45 ГОСТ 1050-88.

Поправочный коэффициент находим по формуле [6]:

$$K_v = K_{mv}K_{nv}K_{iv}; \quad (1)$$

где, K_v – поправочный коэффициент;

K_{mv} – коэффициент учитывающий влияние материала заготовки; $K_{mv} = 0,95$;

K_{iv} – коэффициент учитывающий материал инструмента; $K_{iv} = 1$;

K_{nv} – коэффициент учитывающий состояние поверхности. $K_{nv} = 0,9$;

Скорость резания находим по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v; \quad (2)$$

где, C_v – коэффициент при обработке резцами с твердым сплавом Т15К6; $C_v = 580$; m, x, y – показатели степени при обработке резцами с твердым сплавом Т15К6; $m = 0,2$, $x = 0,15$, $y = 0,35$;

T^m – период стойкости инструмента; $T = 60$ мин.;

где t^x – глубина резания; $t = 1$ мм;

s^y – подача; $s = 0,2$ мм об ;

Количество оборотов находим по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}; \quad (3)$$

n – число оборотов; (об/мин);

1000 – Разделит на 1000, чтобы перевесить мм в м.

d – диаметр обрабатываемой заготовки (мм);

V – скорость резания; (м/мин).

π – константа = 3,14...

Рассчитаем поправочный коэффициент:

$$K_v = 0,95 \cdot 2 \cdot 0,9 = 0,72 \quad (2)$$

Рассчитаем скорость резания:

$$V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,2^{0,35}} \cdot 0,72 = 195 \text{ м/мин} \quad (2)$$

Рассчитаем получившееся кол-во оборотов при получившейся скорости резания:

$$n = \frac{1000 \cdot 195}{3,14 \cdot 65} = 787,1 \text{ об/мин} \quad (3)$$

Для обработки торца примем 700 об/мин, тогда скорость резания будет равна[6]:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 65 \cdot 700}{1000} = 142,8 \frac{\text{м}}{\text{мин}} \quad (4)$$

Силу резания находим по формуле:

$$P = 10 C_p \cdot t_x \cdot s_y \cdot V n \cdot K_p \quad (5)$$

где C_p – коэффициент при точении; $C_p = 572$;

n, x, y – показатели степени при точении; $n = -0,15, x = 1, y = 0,75$;

K_p – коэффициент, учитывающий фактические условия резания; $K_p = 0,7$.

Рассчитываем силу резания:

$$P = 10 \cdot 572 \cdot 1^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 142,8^{-0,15} \cdot 0,7 = 568,9 \text{ Н} \quad (5)$$

Рассчитываем мощность резания:

$$N = \frac{P \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{568,9 \cdot 142,8}{1020 \cdot 60} = 1,32 \text{ кВт} \quad (6)$$

где P — сила резания, кгс; V — скорость резания, м/мин. Мощность при резании для токарной обработки равна отношению произведения силы резания и скорости резания на произведение двух коэффициентов, равным соответственно 60 и 1020.

Данные коэффициенты служат для приведения значения мощности при резании в кВт.

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,32}{0,85} = 1,55 \text{ кВт} \quad (7)$$

где, $N_{\text{э}}$ — мощность главного электродвигателя станка, кВт;

η — КПД станка. Средние значения КПД токарных станков равны 0,85.

$N_{\text{ст}} = 10 \text{ кВт}$ — номинальная мощность, токарный станок с

ЧПУ DMG NEF 400

Центрованное отверстия

Инструмент: Центровочное сверло Ø3,15 2317-0118 ГОСТ 14952-75.

Материал инструмента: P6M5.

Обрабатываемый материал: Сталь 45 ГОСТ 1050-88.

Находим поправочный коэффициент по формуле [6]:

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{iv}; \quad (8)$$

где K_{mv} — коэффициент учитывающий влияние материала заготовки; $K_{mv} = 0,82$;

K_{iv} — коэффициент учитывающий материал инструмента; $K_{iv} = 0,9$;

K_{nv} — коэффициент учитывающий состояние поверхности. $K_{nv} = 2$;

Рассчитаем поправочный коэффициент:

$$K_v = 0,82 \cdot 2 \cdot 0,9 = 1,47 \quad (8)$$

Рассчитаем скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{9,8 \cdot 3,15^{0,4}}{20^{0,2} \cdot 0,2^{0,5}} \cdot 0,73 = 14,28 \text{ м/мин} \quad (9)$$

где, C_v — коэффициент при обработке резцами с твердым сплавом ;

T^m — период стойкости инструмента;

D^q – диаметр инструмент

s^y – подача;

Количество оборотов находим по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}; \quad (3)$$

Рассчитаем получившееся кол-во оборотов при получившейся скорости резания:

$$n = \frac{1000 \cdot 14,28}{3,14 \cdot 3,15} = 1443,7 \text{ об/мин}$$

Для сверления центрального отверстия примем 1400 об/мин, тогда скорость резания будет равна:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 3,15 \cdot 1400}{1000} = 13,8 \frac{\text{м}}{\text{мин}} \quad (4)$$

030 Фрезерной–Сверлѐный с ЧПУ(установки А-Б);

Переход 1 (фрезерование паза)

Инструмент: Фреза шпоночная Ø16, ГОСТ 9140-2015 P6M5

Материал режущей части: P6M5.

Обрабатываемый материал: Сталь 45 ГОСТ 1050-88.

Находим общий поправочный коэффициент по формуле[6]:

$$K_v = K_{\mu v} \cdot K_{iv} \cdot K_{pv}; \quad (10)$$

K_v –общий поправочный коэффициент на измененные условия обработки;

$K_{\mu v}$ – коэффициент, учитывающий физико-механические свойства обрабатываемого материала; $K_{\mu v} = 1,25$;

K_{iv} –коэффициент, учитывающий материал инструмента; $K_{iv} = 1$;

K_{pv} –коэффициент, учитывающий поверхностный слой заготовки; $K_{pv} = 0,9$;

Находим скорость резания по формуле:

$$V = \frac{C_v \cdot D_\phi^q}{T^m \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v \quad (11)$$

где q, m, x, y, u, p – показатели степени; $q = 0,3, m = 0,26, x = 0,3, y = 0,25, u = 0, p = 0$; K_v – общий поправочный коэффициент на измененные условия обработки;

T – стойкость фрезы; $T = 45$ мин;

C_V – коэффициент, характеризующий материал заготовки и фрезы; $C_V = 12$;

D_ϕ – диаметр фрезы; $D_\phi = 16$ мм;

t – глубина резания; $t = 3$ мм;

s_z – подача на зуб; $s_z = 0,1$ мм зуб ;

B – ширина фрезерования; $B = 16$ мм;

Z – число зубьев фрезы; $Z = 2$;

Находим количество оборотов по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}; \quad (12)$$

где, n – число оборотов; (об/мин);

1000 – Разделит на 1000, чтобы перевесить мм в м.

V – скорость резания; (м/мин).

π – константа = 3,14...

d – диаметр фрезы; (мм).

Рассчитаем поправочный коэффициент:

$$K_v = 1,25 \cdot 1 \cdot 0,9 = 1,125 \quad (10)$$

Рассчитаем скорость резания:

$$V = \frac{12 \cdot 16^{0,3}}{45^{0,26} \cdot 30^{0,3} \cdot 0,1^{0,25} \cdot 16^0 \cdot 2^0} \cdot 1,125 = 23,94 \frac{\text{м}}{\text{мин}} \quad (11)$$

Рассчитаем получившееся кол-во оборотов при получившейся скорости резания:

$$n = \frac{23,94 \cdot 1000}{3,14 \cdot 16} = 476,5 \text{ об/мин} \quad (12)$$

Для фрезерования шпоночного паза примем 500 об/мин, тогда скорость резания будет равна:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 16 \cdot 500}{1000} = 25,12 \frac{\text{м}}{\text{мин}} \quad (4)$$

Находим силу резания по формуле:

$$P = \frac{10C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D_\phi^q \cdot n^w} \cdot K_{mp} \quad (13)$$

где C_p – коэффициент пропорциональности; $C_p = 68,2$

q, w, x, y, u – показатели степени; $q = 0,86, w = 0, x = 0,86, y = 0,72, u = 1$;

K_{mp} – поправочный коэффициент учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости; $K_{mp} = 1,05$;

где: B^u - ширина фрезерования, мм;

D_ϕ^q - диаметр фрезы, мм;

Z - число зубьев фрезы, определяется по соответствующему стандарту или по

Рассчитываем силу резания:

$$P = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 3^{0,86} \cdot 0,1^{0,72} \cdot 16 \cdot 2}{16^{0,86} \cdot 500^0} \cdot 1,05 = 939,2 \text{ Н} \quad (13)$$

Рассчитываем мощность резания :

$$N = \frac{P \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{939,2 \cdot 25,12}{1020 \cdot 60} = 0,38 \text{ кВт} \quad (6)$$

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,38}{0,85} = 0,44 \text{ кВт} \quad (7)$$

$N_{ст} = 4,4$ кВт – номинальная мощность

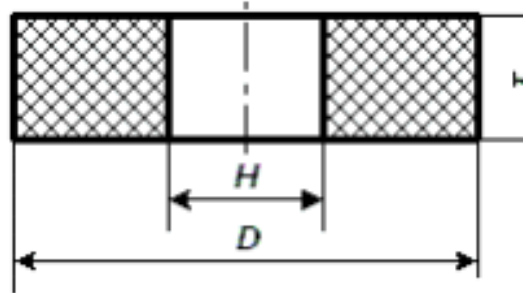
Станок фрезерно-сверлильный JET JMD-45PF

045 Круглошлифовальная чистовая.

Инструмент: Шлифовальный круг

1 (ПП) 500X80X203 14A F22 Q-R (80 СТ3-T1) BF 50 М/С

ТУ 3982-004 21628754-2010

Назначение	Сечение
<p>типа 1 наружным диаметром $D=500$ мм, высотой $T=63$ мм, диаметром посадочного отверстия $H=203$ мм,</p> <p>1 (ПП) 500x63x203 14A F24 37 BF 50 м/с 2 кл.</p>	
Характеристики	

Шлиф материалы	14А
Зернистость	F24 – F46 (80Н-40Н)
Твердость	3И 35-41
Скорость	50; 80
Связка	ВF
Класс дисбаланса	3

Обрабатываемый материал: Сталь 45

По табл. 55 [1] назначаем режимы резания:

$$V_{\text{круг}} = 100 \frac{\text{м}}{\text{мин}}, V_{\text{заготовки}} = 40 \frac{\text{м}}{\text{мин}}, \quad t = 0,01 \text{ мм}, \quad s_{\text{прод}} = 0,04 \text{ об/мин}$$

где t – глубина резания;

$s_{\text{прод}}$ – продольная подача;

$V_{\text{заготовки}}$ – скорость вращения заготовки;

$V_{\text{круг}}$ – скорость вращения круга.

Находим мощность резания по формуле [6]:

$$N = C_n \cdot v_z \cdot r \cdot t \cdot x \cdot s_y \cdot d q, \quad (14)$$

где C_n – коэффициент при шлифовании; $C_n = 1,3$;

r, y, x – показатели степени при шлифовании; $r = 0,75, y = 0,7, x = 0,85$;

d – диаметр шлифования; $d = 40$ мм.

Рассчитываем мощность резания:

$$N = 1,3 \cdot 40^{0,75} \cdot 0,01^{0,85} \cdot 0,04^{0,7} \cdot 40 = 2,4 \text{ кВт} \quad (14)$$

Универсального круглошлифовального станка RSM 750 с номинальной мощностью $N_{\text{ст}} = 4,6$ кВт.

Режимов резания по рекомендациям [3] и занесем данные в таблицу 5.

Таблица 5 – Режимы резания

Операция	Инструмент	Глубина t , мм	Подача S , мм/об	Скорость резания V_c , м/мин	Количество оборотов в мин n , об/мин	Стойкость T , мин
----------	------------	------------------	--------------------	--------------------------------	--	---------------------

005 Заготовитель ная	Пила 3420- 0365 ГОСТ 9769-79	-	0,2 мм/зу б	70	45	100
010 Токарная с ЧПУ (установки А):						
Подрезка торца 573-2,3	Резец подрезной 2112-0007 ГОСТ 18880-73; Пластина 0133116030 4 ГОСТ 19045-80 T15K6	1	0,2	429	700	60
Сверление центрового отверстия Ø3,15 мм	Центровочн ое сверло 2317-0118 ГОСТ 14952-75 P6M5	1,575	0,2	13,8	1400	20
015 Токарная с ЧПУ (установки Б):						
Подрезка торца 572-0,5	Резец подрезной отогнутый 2112-0007 ГОСТ 18880-73; Пластина 0133116030 4 ГОСТ 19045-80 T15K6	1	0,2	186,8	700	60
Сверло спиральное отверстия Ø4 мм	Сверло спиральное 2300-5597, Ø 4 мм ГОСТ 4010-77. Материал сверла: P6M5.	22	0,27	17	1400	30
030 Фрезерной–Сверлёная с ЧПУ(установки А);						
Фрезеровани е шпоночного	Фреза шпоночная	6	0,1 мм/зуб	12,6	500	45

паза черновое	Ø16 ГОСТ 9140-2015 P6M5					
Фрезеровани е шпоночного паза чистовое	Фреза шпоночная Ø12 ГОСТ 9140-2015 P6M5	5	0,04 мм/зуб	20	800	45
Фрезеровани е шпоночного паза чистовое	Фреза шпоночная Ø10 ГОСТ 9140-2015 P6M5	5	0,03 мм/зуб	20	900	45
045 Кругло-шлифовальная						
Шлифование Ø40, Ø55,	Шлифоваль ный круг 1 (ПП) 500X80X20 3 14A F22 Q-R (80 СТ3-T1) BF 50 М/С ТУ 3982- 004 21628754- 2010	0,01	0,04	30	1900	
055 Кругло-шлифовальная						
Шлифование Ø40,	Шлифоваль ный круг 1 (ПП) 500X80X20 3 14A F22 Q-R (80 СТ3-T1) BF 50 М/С ТУ 3982- 004 21628754- 2010	0,01	0,04	30	1900	

В связи с тем, что используем режущие инструменты для токарной операции с ЧПУ компании SANDVIK Coromant, расчет режимов резания произведем при помощи CoroPlus ToolGuide и занесем в таблицу 6.

Таблица 6 – Режимы резания

№ перехода	Содержание перехода	Глубина t, мм	Подача S, мм/об	Скорость резания V _c , м/мин	Количество оборотов в мин n, об/мин
1	Точить Ø38f9 Черновая (2 прохода)	1	0,3	429	1640
	Чистовая (1 проход)	0,5	0,25	504	2000
2	Точить Ø40k6 длины 65±0,08 Черновая (10 проходов)	1,86	0,3	429	1850
	Чистовая (1 проход)	0,4	8 0,28	458	2000
3	Точить Ø60,4h9 длины 189±0,215 Черновая (2 прохода)	1,5	0,3	245	1800
	Чистовая (1 проход)	0,3	0,25	264	2000
4	Точение радиусной канавки R5 длины 50 мм (1 проход)	0,3	0,1	193	1770
5	Точить Ø55f7 длины 93±0,08 Черновая (10 проходов)	1,86	0,3	429	1850
	Чистовая (1 проход)	0,4	8 0,28	458	2000
6	Точить Ø40k7 длины 165±0,435 Черновая (2 прохода)	1,5	0,3	245	1800
	Чистовая (1 проход)	0,3	0,25	264	2000

7	Точение радиусной канавки R8 длины 80 мм (1 проход)	0,3	0,1	193	1770
8	Точение радиусной канавки R6 длины 50 мм (1 проход)	0,4	5 0,07	190	1700

11. Нормирование технологических переходов

Одной из составляющих частей разработки технологического процесса является определение нормы времени на выполнение заданной работы. Расчет норм времени ведется по укрупненным типовым нормативам, установленных на основе изучения затрат рабочего времени. Расчет ведется по следующим формулам [6]:

$$t_{оп} = t_o + t_b \quad (15)$$

где t_o – основное время, мин;

t_b – вспомогательное время на операцию, мин.

$$t_b = t_{уст} + t_{пер} + t_{изм} \quad (16)$$

где $t_{уст}$ – время на установку и снятие детали, мин;

$t_{пер}$ – вспомогательное время, связанное с переходом, мин;

$t_{изм}$ – вспомогательное время на контрольные измерения, мин.

Штучное время на операцию:

$$T_{шт} = t_{оп} \cdot \left(1 + \frac{A_{обс} \cdot A_{отд}}{100} \right) \quad (17)$$

где $t_{оп}$ – оперативное время, мин;

$A_{обс}$ – время на обслуживание рабочего места, мин;

$A_{отд}$ – время на отдых и личные надобности, мин.

$$A_{обс} = 4,5\% \cdot t_{оп} \quad (18)$$

$$A_{отд} = 4\% \cdot t_{оп}$$

Штучно калькуляционное время:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{п-з}}{n}; \quad (19)$$

где n – размер партии запуска, шт;

$T_{шт}$ – норма штучного времени, мин;

$T_{п-з}$ – норма подготовительно – заключительного времени, мин.

Ниже в таблице -7 приведены результаты расчета времени на
изготовление детали «Вал»

№	Содержание операции	Время, мин
005	Заготовительная	
	1. Основное время	2,52
	2. Суммарное вспомогательное время	1,23
	3. Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности	0,317
	4.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приемы	10
	5. .Штучное время	3,76
	6. .Штучно-калькуляционное время	3,86
010	Токарная с ЧПУ (установки А):	1,71
	1. Основное время	
	2. Суммарное вспомогательное время	1,18
	3.Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности	0,162
	4.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приемы 10	10
	5.Штучное время	1,913
	6.Штучно-калькуляционное время	2,013
015	Токарная с ЧПУ (установки Б):	1,47
	1. Основное время	
	2. Суммарное вспомогательное время	1,18
	3.Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности	0,162
	4.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приемы	10
	5.Штучное время	1,913
	6.Штучно-калькуляционное время	2,013

030	Фрезерной–Сверленая с ЧПУ(установки А);	1,01
	1. Основное время	
	2. Суммарное вспомогательное время	0,62
	3.Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности	0,138
	4.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приемы	10
	5.Штучное время	1,632
045	Кругло-шлифовальная	2,66
	1. Основное время	
	2. Суммарное вспомогательное время	1,22
	3.Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности	0,674
	4.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приемы	10
	5.Штучное время	3,9
	6.Штучно-калькуляционное время	4

12. Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ

Разработка УП произведена с помощью CAM – системы FeatureCAM. FeatureCAM – CAM- система для подготовки управляющих программ с высокой степенью автоматизации принятия решений, что позволяет минимизировать время разработки УП для станков с ЧПУ. В FeatureCAM сочетаются простота использования и возможность программирования широкого спектра станков с ЧПУ. В данной работе будет использоваться один токарный станок DMG NEF 400. УП для данного станка была разработана в программе FeatureCAM. Процесс разработки управляющей программы начинается с построения 3D-модели детали в CAD/CAM-системе. На основании 3D-модели проектируется управляющая программа и разрабатывается технологическая документ – карта наладки станка с ЧПУ. Разработанная программа находится в приложении Б.



Рис. 4. Токарный станок с ЧПУ DMG NEF 400

Таблица 8 Технические характеристики станка [7]

Диаметр патрона	мм	250
Макс. диаметр обработки	мм	350
Макс. диаметр обработки	мм	800
Частота вращения шпинделя	об/мин	20~2050
Мощность привода шпинделя	кВт	10
Перемещение по осям X/Z	мм	255/800
Количество инструментов	шт	12
Приводные инструменты	шт	-
Габаритные размеры станка (ДхШхВ)	мм	1600x1650x1800
Вес станка	кг	2800
Система ЧПУ		Siemens 840D; Fanuc 21i(опция)
Макс. диаметр точения	мм	350
Макс. длина заготовки при обработке в центрах (обрабатываемая)	мм	650

13. Размерный анализ технологического процесса

Построим Размерную схему технологического процесса изготовления детали «Вал».

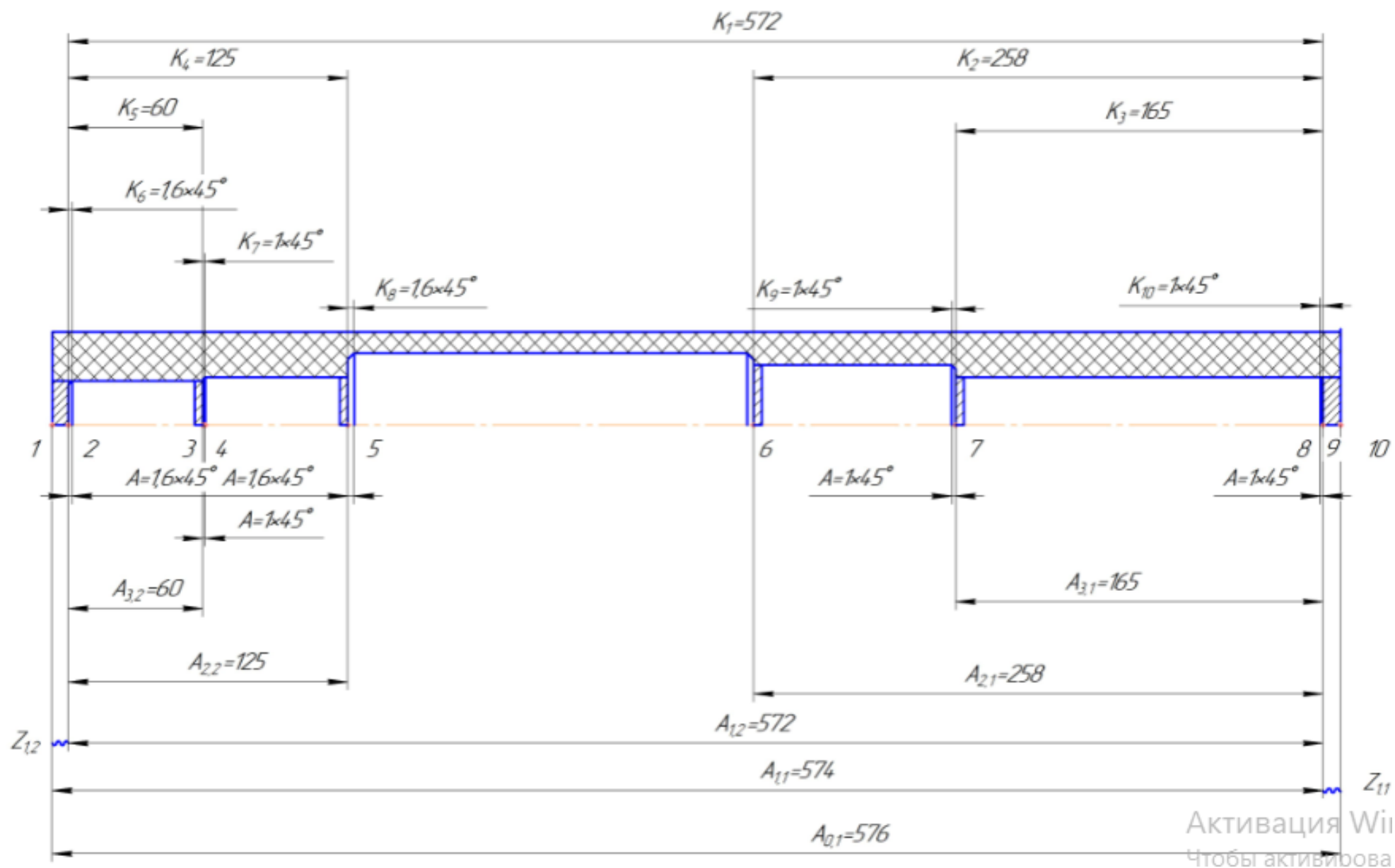
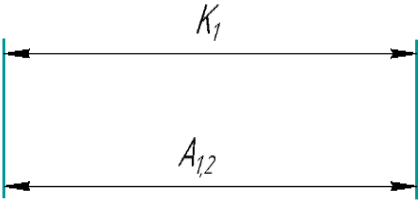
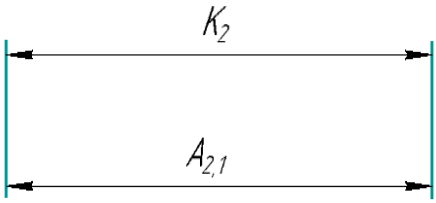
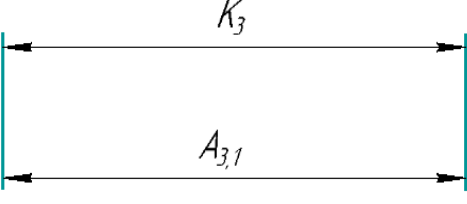
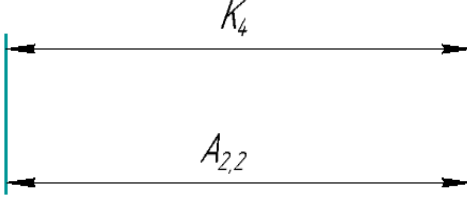
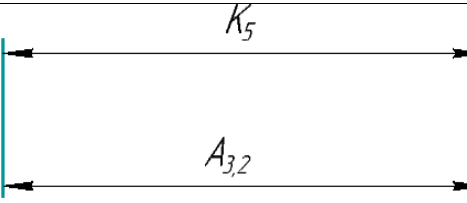
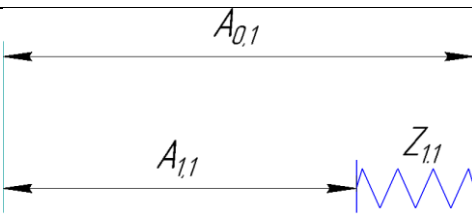


Рис.5- Размерная схема технологического процесса изготовления «Вал»

Технологические размерные цепи

Проверяемый размер	Схемы размерных цепей	Уравнения размерных цепей и вычисление значений замыкающих звеньев
$K_1=572_{-0,5}$		$K_1 = A_{1,2} = 572_{-0,5}$
$K_2=258_{-0,65}$		$K_2 = A_{2,1} = 258_{-0,65}$
$K_3=165_{-0,5}$		$K_3 = A_{3,1} = 165_{-0,5}$
$K_4=125_{-1}$		$K_4 = A_{2,2} = 125_{-1}$
$K_5=60_{-0,37}$		$K_1 = A_{3,2} = 60_{-0,37}$
$Z_{1,1}$		$Z_{1,1} = A_{0,1} - A_{1,2},$ $Z_{1,1} = 576_{-0,36} - 572_{-0,5} = 4_{-0,36}^{+0,50}$

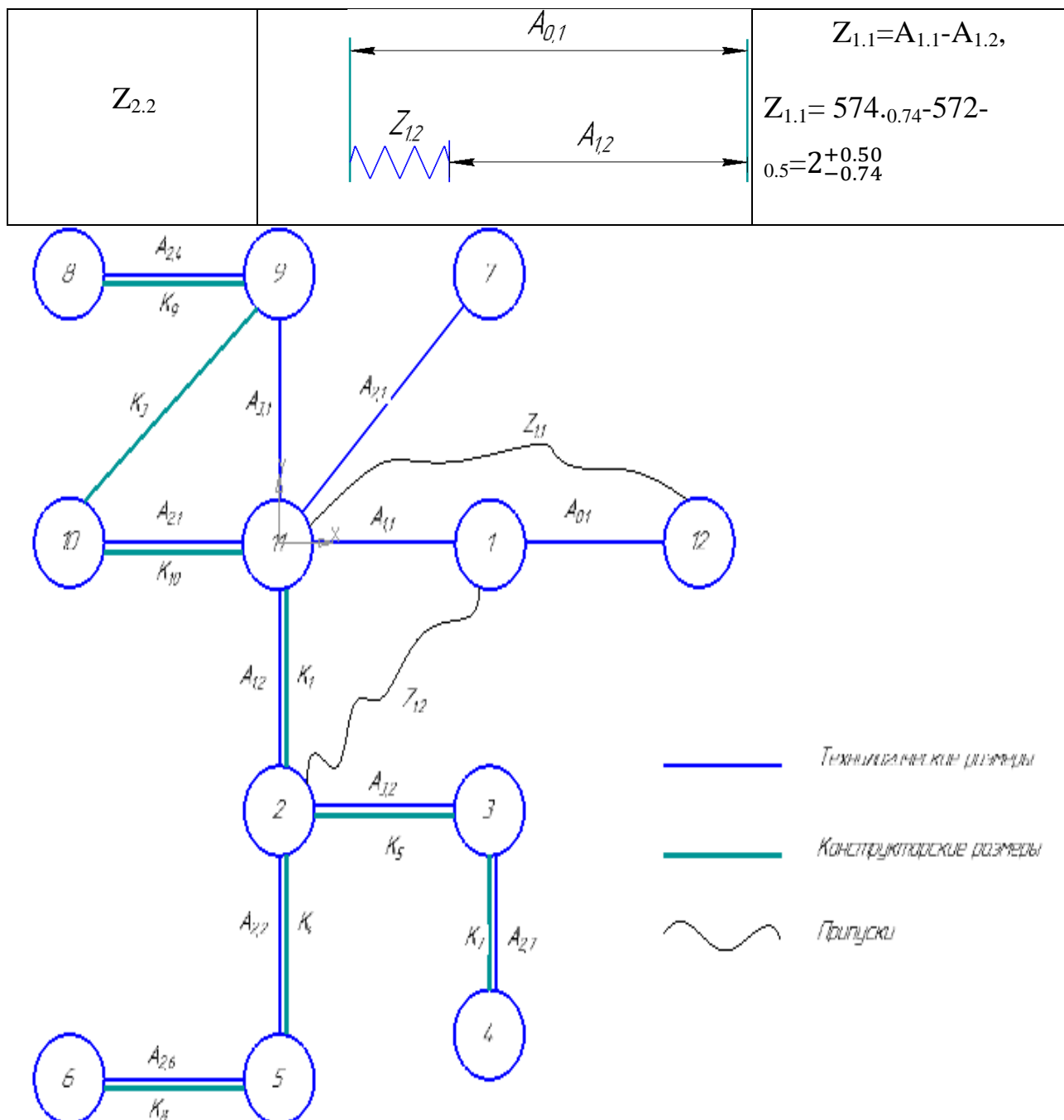


Рис.6-Граф технологических размерных цепей.

14. Техничко-экономические показатели технологического процесса

Произведем расчет себестоимости производства детали без учета общезаводских затрат. Определения технологической себестоимости включает расчет стоимости расчет стоимости заготовки и оборудования, расчет затрат на заработную плату рабочих.

Произведем расчет стоимости заготовки для одной детали:

Примерная стоимость прутка Ø65 мм – 47,10 р/кг. (теоретическая масса прутка длиной 1м высокой точности – 25,9 кг. (см. ГОСТ 2590-2006)).
Заготовка имеет длину 572 мм, массу 15,05 кг по данным КОМПАС-3D v16.1.

Тогда расчетная стоимость заготовки:

$$47,10 \cdot 15,05 = 708,8 \text{ руб/шт.}$$

Далее произведем примерный расчет стоимости труда рабочих задействованных при производстве детали типа червяк цилиндрический.
Средний уровень заработной платы определим исходя из данных сайта TRUD за 2019 год [9]:

Таблица 9 – Затраты на оплату труда рабочих

Профессия	Стоимость работы, руб/час	Время занятости на рабочем месте, час	Заработная плата по факту выполненной работы, руб
Станочник заготовительного оборудования	150	6,43	964,5
Оператор токарного станка с ЧПУ	148	13,73	2032,04
Наладчик станков с ЧПУ	386	10	3860
Слесарь	140	13	1820
Фрезерной-Сверлѐный оператор токарного станка с ЧПУ	267	2,88	768,96
Контролер	160	40	6400
Мойщик сушильщик	120	12	1440
Шлифовщик	120	6,66	800

Итого, Σ	33 299
-----------------	--------

Далее представим затраты на оборудование в виде таблицы 10

Таблица 10 – Стоимость оборудования

Операция	Оборудование	Стоимость, руб
Заготовительная	Отрезной круглопильный 8Г663	500 000
Токарная с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ DMG NEF 400	5 200 000
Фрезерное–Сверлѐная	Фрезерное–Сверлѐная станок JET JMD-45PF	3 598 000
Промывочная	Ванна промывочная ВП- 9.7.7/0,9	30 000
Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок RSM 750	8 000 000
Итого, Σ		17 328 000

Таким образом для технологического оснащения производства детали «Вал» потребуется примерно 17 328 000 руб. без учета затрат на режущий инструмент, оснастку, мерительный инструмент

15. Проектирование средств технологического оснащения

16. Обоснование выбора схемы приспособления

Для установки детали «Вал» по наружному диаметру был спроектирован специальный гидравлический зажим, схема которого представлена на рисунке 7. Гидравлический зажим работает следующим образом: деталь Д устанавливается в призмы, при поступлении рабочей жидкости в левую полость гидроцилиндра 4 шток гидроцилиндра втягивается и осуществляется прижим заготовки Д рычагом 2, также на оборот при поступлении рабочей жидкости в правую полость гидроцилиндра 4 шток гидроцилиндра выдвигается и осуществляется разжим детали Д.

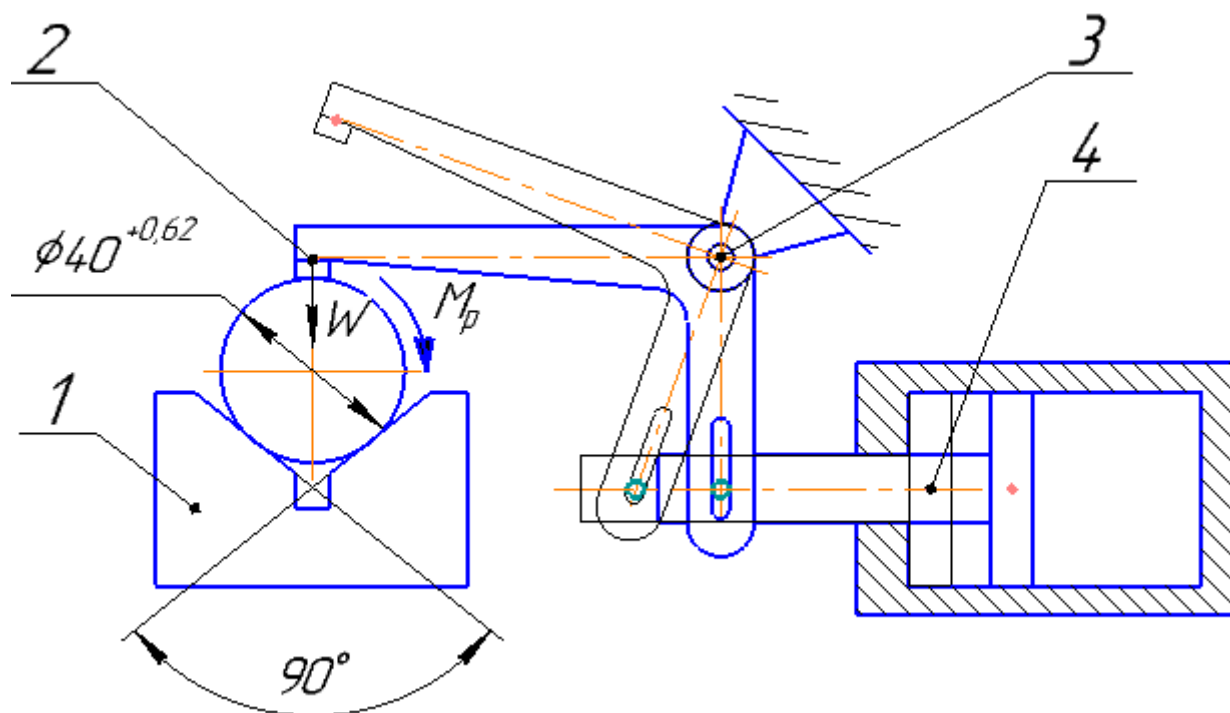


Рис.7- Кинематическая схема гидравлического зажима: 1 – Призма; 2 – рычаг; 3 – ось; 4 – гидроцилиндр; Д – деталь.

17. Расчет точности выполнения служебных функций.

Составляем для детали уравнение равновесия, на основании принципиальной схемы закрепления (рис.7):

$$K \cdot M_p = M_{p.1} + M_{p.2} = W \cdot f_1 \cdot r + W \cdot f_{np} \cdot r \quad (20)$$

Коэффициент запаса найдем по формуле:*

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \quad (21)$$

где f_1 – коэффициент трения между прихватом и деталью; $f_1 = 0,25$;

$f_{\text{пр}}$ – приведенный коэффициент трения;

M_p – крутящий момент при обработке (Н·м);

P_z – сила резания (Н); $P_z = 939,2$ Н;

K – коэффициент запаса;

r – радиус детали; $r = 0,021$ м;

K_0 – гарантированный коэффициент запаса; $K_0 = 1,5$;

K_1 – коэффициент, учитывающий наличие случайных неровностей на поверхности заготовки, вызывающих увеличение сил резания; $K_1 = 1,2$;

K_2 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при затуплении инструмента; $K_2 = 1,7$;

K_3 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании; $K_3 = 1,2$;

K_4 – коэффициент, учитывающий постоянство развиваемых сил зажима; $K_4 = 1,0$.

Крутящий момент при обработке найдем по формуле:

$$M_p = P_z \cdot r \quad (22)$$

где P_z – сила резания;

r – радиус обрабатываемой части заготовки, зажатой кулачками, мм;

Приведенный коэффициент трения найдем по формуле:

$$f_{\text{пр}} = f_1 \frac{1}{\sin(\frac{\alpha}{2})} \quad (23)$$

где, α – половина угла клина

Из рис.7: реакции опорных поверхностей $N_1 = N_2 = W/2 \cdot \sin \alpha/2$

f_1 – коэффициенты трения между поверхностями заготовки и установочными зажимными элементами приспособления.

Оттуда выразим силу зажима детали:

$$W = \frac{K \cdot M_p}{r(f_1 + f_{\text{пр}})} \quad (24)$$

где, W – сила зажима заготовки,

M_p – крутящий момент при обработке (Н·м);

r – радиус заготовки,

f_{np} – приведенный коэффициент трения;

f_1 – коэффициент трения между прихватом и деталью

Рассчитаем коэффициент запаса:

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,7 \cdot 1,2 \cdot 1,0 = 3,672 \quad (21)$$

Рассчитаем крутящий момент:

$$M_p = 939,2 \cdot 0,021 = 19,72 \text{ Нм} \quad (22)$$

Рассчитаем приведенный коэффициент:

$$f_{np} = 0,25 \cdot \frac{1}{\sin(\frac{90}{2})} = 0,35 \quad (23)$$

Рассчитаем силу зажима детали:

$$W = \frac{3,672 \cdot 19,72}{0,021(0,25 + 0,35)} = 5747 \text{ Н} \quad (24)$$

18. Проектирование гибкой производственной системы (модуля)

Автоматизация производственных процессов на основе внедрения роботизированных технологических комплексов и гибких производственных модулей, вспомогательного оборудования, транспортно-накопительных и контрольно-измерительных устройств, объединенных в гибкие производственные системы, управляемые от ЭВМ, является одной из стратегий ускорения научно-технического прогресса в машиностроении.

Анализ действующих ГПС показывает, что на них обрабатываются детали партиями от 3 до 500 шт. Однако на отдельных ГПС выпускаются детали партиями в несколько тысяч штук.

Применение ГПС целесообразно, когда объемы производства изделий недостаточны для принятия решений о жесткой автоматизации с использованием автоматических линий и когда за ожидаемый срок жизни изделия расходы на создание автоматических линий не могут быть оправданы [10].

Основной ее технологической ячейкой являются ГПМ. Под ГПМ понимают, комплекс технологических, технических, программных и организационных средств, предназначенных для обработки деталей в автоматизированном режиме с минимальным участием человека. Кроме функции обработки деталей ГПМ выполняет в автоматическом режиме загрузку заготовок в зону резаний из какого-либо накопителя, выгрузку обработанных деталей из зоны резания в накопитель, частичный или полный контроль точности обработки и другие функции. Применительно к механообработке основой ГПМ является станок с ЧПУ, оснащенный дополнительными технологическими и техническими средствами. Для изготовления детали «Вал» лучше всего провести автоматизацию токарной операции с использованием станка с ЧПУ DMG NEF 400. Потому что именно на этой операции затрачивается наибольшее количество времени на наладку инструментов и обработку. Для автоматизации операции используем промышленного робота KR 8 R2010. Грузоподъемность до 22 кг [11].



Рис.-8 Промышленный робот KR 8 R2010

Роботы предоставляют высокую надежность в работе и комфортное обслуживание. Для того чтобы их установить не требуется много места.

Кинематическая конструкция манипулятора робота позволяет оптимизировать его положение относительно обрабатываемой детали или заготовки.

Они имеют портативный пульт, который обеспечивает оператору удобное программирование движений робота на этапе отладки программы.

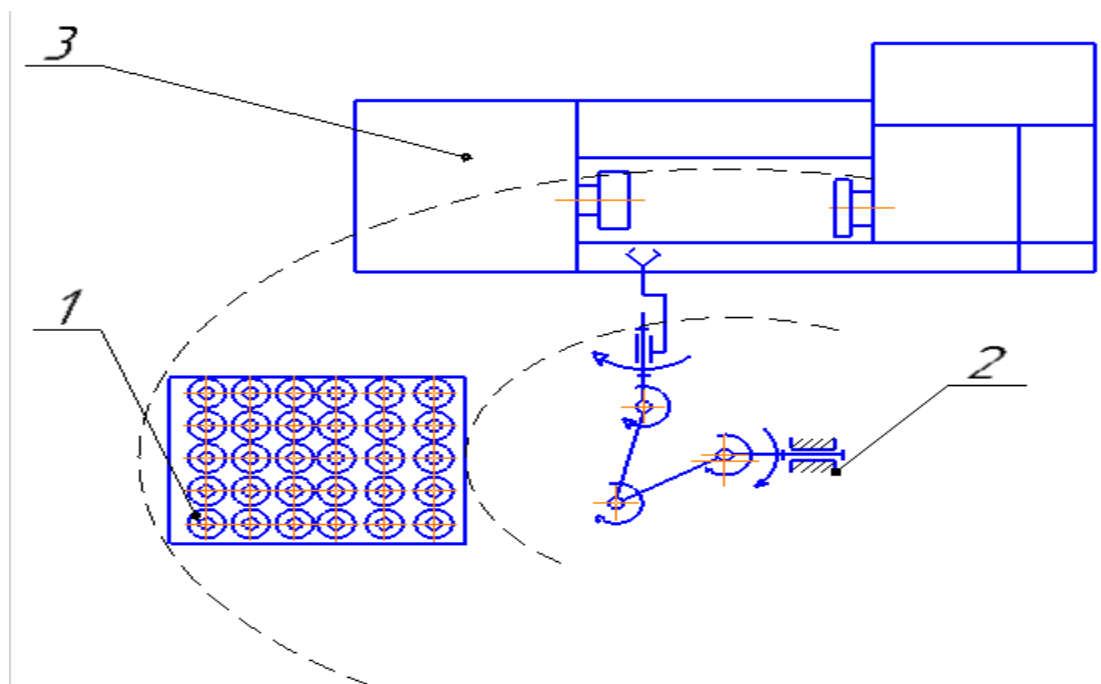


Рис.9 – Схема автоматизированной ячейки токарного станка с ЧПУ:

1 – Накопитель-приемник; 2 – Промышленный робот KR 8 R2010; 3 –Токарный станок с ЧПУ DMG NEF 400.

Пунктирной линией была обозначена зона работы манипулятора.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
4А6А	Маматкулову Холматали Турсунали угли

Школа	ИШНПТ	Отделение школы	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научно-исследовательского проекта (НИП): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами. Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления во внебюджетные фонды 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ конкурентных технических решений (НИП)	Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИП)	Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования.
3. Составление бюджета научно-исследовательского проекта (НИП)	Расчет бюджетной стоимости НИП по разработке программного обеспечения
4. Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИП)	Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Оценка конкурентоспособности НИП
2. Матрица SWOT
3. Диаграмма Ганта
4. Бюджет НИП
5. Основные показатели эффективности НИП

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	13.04.20
--	----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кащук Ирина Вадимовна	к.т.н, доцент		13.04.20

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6А	Маматкулову Холматали Турсунали угли		13.04.20

ГЛАВА 2. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Цель раздела – комплексное описание и анализ финансово экономических аспектов выполненной работы. Необходимо оценить полные денежные затраты на разработку технологического процесса, а также дать хотя бы приближенную экономическую оценку результатов внедрения. Это в свою очередь позволит с помощью традиционных показателей эффективности инвестиций оценить экономическую целесообразность осуществления работы. Раздел должен быть завершен комплексной оценкой научно технического уровня ВКР на основе экспертных данных.

2. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований

2.1. Потенциальные потребители результатов исследования

В качестве потенциальных потребителей нового технологического процесса на изготовление детали «Вала» является технологическое бюро АО «НПЦ «Полюс». Новый технологический процесс позволит сократить затраты на приобретение материалов, заработной плате для рабочих, электроэнергии. Для поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- оценить потенциальных потребителей результатов исследования;
- выполнить оценку по технологии QuaD
- структурировать работу в рамках НИ;
- определить трудоемкость выполненной работы и разработать график проведения разработки НИ;
- рассчитать бюджет научно-технической разработки.

2.2. Анализ конкурентных технических решений

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский

проект. В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по стебельной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Таблица 10 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средне взвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1.Производительность труда рабочего	0,1	80	100	0,8	0,082
2. Время изготовления детали	0,09	87	100	0,87	0,074
3. Качество изготовления детали	0,11	100	100	1	0,115
4. Вид получения заготовки детали	0,08	52	100	0,52	0,043
5. Уровень квалификации рабочего	0,2	100	100	1	0,240
6. Количество операция технологического процесса	0,1	63	100	0,63	0,063
7.Гибкость технологического процесса	0,02	20	100	0,2	0,004
8. Цена детали	0,08	40	100	0,4	0,064
9. Уровень	0,2	72	100	0,72	0,144

сложности изготовления детали					
10. Уровень автоматизации технологического процесса	0,02	35	100	0,35	0,007
Итого	1	649	100	6.49	0,836

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$П_{ср} = \sum B_i \cdot Б_i ,$$

где $П_{ср}$ – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

$Б_i$ – средневзвешенное значение i -го показателя.

$$П_{ср} = 8.2 + 7.4 + 11.5 + 4.3 + 24 + 6.3 + 0.4 + 14.4 + 0.7 + 8.3 = 83.6$$

Значение $П_{ср}$ позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя $П_{ср}$ получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 69 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая. Значение $П_{ср} = 83,6$ показывает, что разработка технологического процесса изготовления детали «Вал» на рынке перспективна.

2.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. На основе анализа, проведенного в предыдущих разделах бакалаврской работы был

составлен SWOT-анализ научно-исследовательского проекта. Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 3.3.

Таблица 11 – Матрица первого этапа SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии. С2. Экологичность технологии. С3. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями. С4. Наличие бюджетного финансирования. С5. Квалифицированный персонал.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие прототипа научной разработки Сл2. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с научной разработкой Сл3. Отсутствие инжиниринговой компании, способной построить производство под ключ Сл4. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца
Возможности: В1. Регулирование производительности В2. Получение качественных деталей В3. Повышение стоимости конкурентных разработок		
Угрозы: У1. Появление новых технологий У2. Отсутствие спроса на новые технологии производства У3. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства		

Таблица 12 - Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	В1	+	+	+	+	+
	В2	+	+	-	+	+
	В3	+	+	-	+	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные сторон и возможности: B1C1C2C3C4C5, B2B3C1C2C4C5.

Таблица 13 - Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	-	-	-	-	-
	B2	+	-	+	-	-
	B3	-	+	-	-	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и возможности: B1Сл1Сл3, B3Сл1

Таблица 14 - Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	-	-	+	+
	У2	+	-	-	-	-
	У3	-	-	-	+	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и угроз: У1C4C5

Таблица 15 - Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	
	У1	+	+	+	-	
	У2	-	+	-	-	
	У3	-	-	-	-	
	У4	-	-	-	+	

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и угроз: У1Сл1Сл2Сл3.

Таким образом, можно составить итоговую матрицу SWOT-анализа (таблица 16).

Таблица 16 – Итоговая матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии. С2. Экологичность	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие прототипа научной разработки Сл2. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров
--	---	--

	технологии. С3. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями. С4. Наличие бюджетного финансирования. С5. Квалифицированный персонал.	по работе с научной разработкой Сл3. Отсутствие инжиниринговой компании, способной построить производство под ключ Сл4. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца
Возможности: В1. Регулирование производительности В2. Получение качественных сварных соединений В3. Повышение стоимости конкурентных разработок	В результате получения высокого качества продукции возможно регулирования производительности.	Отсутствие квалифицированного персонала влияет на получение качественных сварных соединений
Угрозы: У1. Появление новых технологий У2. Отсутствие спроса на новые технологии производства У3. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства	Когда продукция имеет широкую область применения, спрос на новые технологии производства отсутствует	Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца влияет на появление новых технологий изготовления детали.

Результаты SWOT-анализа учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках научно-исследовательского проекта.

2.2. Планирование научно-исследовательских работ

2.2.1. Структура работ в рамках научного исследования

Планирование ВКР включает в себя: обсуждение проблематики выбранной темы, цели работы, вопросы, которые должны быть проработаны, составления перечня работ, необходимых к выполнению, определение участников и построения графика проведения работ.

Таблица 17 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание темы проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Анализ актуальности темы	

Выбор направления исследования	3	Поиск и изучение материала по теме	Студент
	4	Выбор направления исследований	Научный руководитель, студент
	5	Календарное планирование работ	
Теоретические исследования	6	Изучение литературы по теме	Студент
	7	Подбор нормативных документов	
	8	Составление технологического процесса изготовления детали «Вал»	
Оценка полученных результатов	9	Анализ результатов	Научный руководитель, студент
	10	Составление технологической документации	Научный руководитель, студент

2.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения 47 ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ож\ i}$ используется следующая формула:

$$t_{ож\ i} = \frac{3 \cdot t_{\min i} + 2 \cdot t_{\max i}}{5}, \quad (1.1)$$

где $t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.; $t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.; $t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{C_i}, \quad (1.2)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.; $t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел. C_i – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Результаты расчетов внесены в таблицу 4.

Таблица 18 — Временные показатели проведения научного исследования

№ этапа	Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, $t_{раб}$
		t_{min} , чел.-дни	t_{max} , чел.-дни	$t_{ожi}$, раб. дни		
1	Составление и утверждение темы проекта	2	3	2,4	Р	3
2	Анализ актуальности темы	2	3	2,4	И,Р	2
3	Поиск и изучение материала по теме	14	21	16,8	И	17
4	Выбор направления исследований	2	3	2,4	И	3
5	Календарное планирование работ	2	3	2,4	И	3
6	Изучение литературы по теме	7	14	9,8	И	10
7	Подбор нормативных документов	2	5	3,2	И,Р	4
8	Составление технологического процесса изготовления детали «Вал»	14	21	16,8	И	17
9	Анализ результатов	7	14	9,8	И,Р	5
10	Составление технологической документации	7	14	9,8	И	10

После произведенных расчетов, представленных в таблице 18, строится диаграмма Ганта, представленная в таблице 19.

Таблица 19 – Календарный план график проведения НИП

[illegible]

8	Составление технологического процесса изготовления детали «Вала» Анализ результатов	инженер	26											
9	Анализ результатов	Руководитель	8											
		инженер	8											
10	Составление технологической документации	инженер	26											

 – Инженер
  – Руководитель

2.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (1.3)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения одной работы, календ. дн.;

T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности, предназначен для перевода рабочего времени в календарное.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (1.4)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

На основе таблицы 3.3.2 строится календарный план-график (таблица 3.3.3). График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени выполнения выпускной квалификационной работы.

2.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с выполнением.

2.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi} \quad (1.5)$$

где: m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов.

Таблица 20 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Суммарная стоимость, руб.
Бумага	лист	150	2	300
Картридж для лазерного принтера Xerox 106R02773	шт.	1	4190	4190
Канцелярский набор Sponsor Офисный (SS154)	шт.	1	427	427
CD-диск VS CD-RW 700 Мб	шт.	2	95	190
Транспортно-заготовительные расходы, руб.				650
Итого				5330

2.3.2 Расчет амортизации специального оборудования

Расчёт амортизации производится на находящееся в использовании оборудование. В итоговую стоимость проекта входят отчисления на амортизацию за время использования оборудования в статье накладных расходов. При выполнении научно-исследовательского проекта использовался ноутбук Asus. Срок полезного использования данного ноутбука по паспорту составляет 3 года.

Таблица 21 – Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Срок полезного использования, лет	Цены единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1	Ноутбук Lenovo IdeaPad S145-15IGM(81MX0067RU)	1	3	25990	25990
Итого					25990 тыс. руб.

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации определяется по следующей формуле:

$$H_A = \frac{1}{n},$$

где n – срок полезного использования в годах.

Амортизация определяется по следующей формуле:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{12} \cdot m,$$

где I – итоговая сумма, тыс. руб.;

m – время использования, мес.

Рассчитаем норму амортизации для ноутбука, с учётом того, что срок полезного использования составляет 3 года:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{3} = 0,33.$$

Общую сумму амортизационных отчислений находим следующим образом:

$$A = \frac{H_A \cdot И}{12} \cdot m = \frac{0,33 \cdot 25990}{12} \cdot 3 = 2144,175$$

2.3.3 Основная заработная плата исполнителей НИП

В данном разделе рассчитывается заработная плата инженера и руководителя, помимо этого, необходимо рассчитать расходы по заработной плате, определяемые трудоемкостью проекта и действующей системой оклада.

Основная заработная плата $З_{\text{осн}}$ одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_p,$$

где $З_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата, руб.;

T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{63180 \cdot 10,4}{246} = 2671,02$$

где $З_{\text{м}}$ – должностной оклад работника за месяц;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени исполнителей, раб.дн.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года.

- при отпуске в 28 раб. дня – $M=11,2$ месяца, 5-дневная рабочая неделя;

- при отпуске в 48 раб. дней – $M=10,4$ месяца, 6-дневная рабочая неделя;

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{35100 \cdot 11,2}{213} = 1845,6$$

Должностной оклад работника за месяц:

Для руководителя:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}})k_p = 32400 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 63180 \text{ руб.}$$

Для инженера:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}})k_{\text{р}} = 18000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 35100 \text{ руб.}$$

где $З_{\text{тс}}$ – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, принимается равным 0,3;

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок, принимается равным 0,2;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, принимается равным 1,3 (для г. Томска).

Таблица 22 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	60	48
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	56	28
- невыходы по болезни	1	1
Действительный годовой фонд рабочего времени	234	274

Таблица 23 – Расчет основной заработной платы

Исполнители НИП	$З_{\text{тс}}$, руб	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$З_{\text{м}}$, руб	$З_{\text{дн}}$, руб	$T_{\text{р}}$, раб.дн.	$З_{\text{осн}}$, руб
Руководитель	32400	0,3	0,2	1,3	63180	2671,02	16	42 736,32
Инженер	18000	0,3	0,2	1,3	35100	1845,6	120	221 472
Итого:								264 208,32

2.3.4 Дополнительная заработная плата

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

Для руководителя:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 42\,736,32 = 6\,410,448 \text{ руб}$$

Для инженера:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 221\,472 = 33\,220,8 \text{ руб}$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,15).

2.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

Для руководителя:

$$З_{внб} = k_{осн} \cdot (З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 \cdot (42\,736,32 + 6\,410,448) = 14\,744,0304 \text{ руб}$$

Для инженера:

$$З_{внб} = k_{осн} \cdot (З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 \cdot (221\,472 + 33\,220,8) = 76\,407,84 \text{ руб}$$

где $k_{внб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование).

Общая ставка взносов составляет в 2020 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ):

- 22 % – на пенсионное страхование;
- 5,1 % – на медицинское страхование;
- 2,9 % – на социальное страхование.

2.3.6 Накладные расходы

Накладные расходы включают в себя прочие затраты, такие как: печать и ксерокопирование документов, оплата услуг связи, электроэнергии, размножение материалов и др.

Накладные расходы в целом рассчитываются по формуле:

$$З_{накл} = (\text{сумма статей}) \cdot k_{нр} = 493\,617,4838 \cdot 0,2 \approx 98\,723,49676 \text{ руб.}$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы (принимается равным 0,2).

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости НИП по форме, приведенной в таблице 24.

Таблица 24 – Группировка затрат по статьям

Статьи							
Материальные затраты	Амортизация	Основная зароботная плата	Дополнительн ая зароботная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого без накладных расходов	Накладные расходы	Итого бюджетная стоимость
5330	2144, 175	264 208,3 2	39631,2 48	91151,8 704	493617,48 38	98723,49 676	592340,9 8

2.4 Определение финансовой, бюджетной и экономической эффективности исследования

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научно-исследовательского проекта. В рамках данной рассмотрены два варианта исполнения, поскольку данный проект является уникальным, который выполняется в рамках федеральной целевой программы «Ядерные энерготехнологии нового поколения».

Для определения интегрального показателя финансовой эффективности наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

В качестве аналога выступает среда имитационного моделирования GIBBS, также предназначенная для моделирования химико-технологических процессов.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}i} = \frac{\Phi_{\text{pi}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{592340,98}{750000} = 0,78$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i-го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Далее необходимо произвести оценку ресурсоэффективности проекта, определяемую посредством расчета интегрального критерия, по следующей формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент проекта;

b_i – бальная оценка проекта, устанавливаемая опытным путем по выбранной шкале оценивания.

Расставляем бальные оценки и весовые коэффициенты в соответствии с приоритетом характеристик проекта, рассчитываем конечный интегральный показатель и сводим полученные результаты в таблицу 24.

Таблица 25 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Бальная оценка проекта	Бальная оценка аналога
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	4	3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	4	4
3. Помехоустойчивость	0,15	4	4
4. Энергосбережение	0,20	4	4
5. Надежность	0,25	5	5
6. Материалоемкость	0,15	3	3

Итого:	1	4	2,03
--------	---	---	------

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{исп1}} = \frac{I_{\text{р-исп1}}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп1}}} = \frac{4}{0,78} = 5,12$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{\text{ср}}$):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп1}}}{I_{\text{исп2}}} = \frac{5,12}{2,03} \approx 2,52$$

Таблица 26 – Сводная таблица показателей оценки ресурсоэффективности

№ п/п	Показатели	Разработка	Аналог
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,78	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4	2,03
3	Интегральный показатель эффективности	5,12	2,03
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	2,52	0,48

Сравнительный анализ интегральных показателей эффективности показывает, что предпочтительным является первый вариант исполнения, так как данный вариант исполнения является наиболее экономичным и ресурсоэффективным.

Вывод: для достижения главной цели раздела решались такие важные задачи, как:

- 1) оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований проводили с помощью рассмотрения целевого рынка и его сегментирования. На основе SWOT-анализа провели

выявление сильных сторон и возможностей проект, а также слабых сторон и угроз. Для извлечения дополнительных преимуществ необходимо дальнейшее развитие технологии;

2) при планировании научно-исследовательских работ определили общее содержание работы, тему проекта, структуру работы, работу каждого участника, продолжительность работ;

3) при планировании бюджета было обеспечено полное отражение всех видов возможных расходов, необходимых для его выполнения. Итоговая сумма бюджета составляет 592340,98 рублей.

При итоговом анализе раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение», можно сделать вывод, что выбранный способ и технология изготовления детали более экономичны и эффективны по сравнению с другими рассмотренными аналогами.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
4А6А	Маматкулов Холматали Турсунали угли

Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема работы: Проектирование технологического процесса изготовления детали «Вал»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является производственный технологический процесс детали «Вал». Областью применения является металлургическая промышленность
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	-трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197- ФЗ (ред. от 27.12.2018) - ГОСТ 12.2.033-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.
2. Производственная безопасность: <ul style="list-style-type: none"> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия 	Вредные факторы: недостаточная освещенность; повышенный уровень шума; повышенный уровень вибрации; отклонение показателей микроклимата; отсутствие или недостаток естественного света; недопустимые метеорологические условия для помещения рабочей зоны; Опасные факторы: опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через человека

3. Экологическая безопасность:	При выполнении работы использовались заготовки стали не оказывающие вредного воздействия на атмосферу, так как отсутствуют выбросы. Выбросы смазочно-охлаждающих жидкостей в сточные воды загрязняют гидросферу. Отходы после исследования используют, повторно, не загрязняя гидросферу.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможной типовой ЧС является: пожар, взрыв при работе с не исправным электрооборудованием

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	13.04.20
--	----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна			13.04.20

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6А	Мамткулов Холматали Турсунали угли		13.04.20

ГЛАВА 3. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Данная бакалаврская работа заключается в разработке технологического процесса изготовления детали «Вал». В качестве объекта исследования выбрано технологическое бюро.

В ходе работы необходимо рассмотреть производственную безопасность, экологическую безопасность, безопасность в чрезвычайных ситуациях, а также предложить организационные мероприятия по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего).

Деталь «Вал» изготавливается с помощью снятия металла на металлорежущих станках. Также деталь подвергается термической обработке. На данном этапе работы, нужно убедиться, что технологический процесс производства детали является безопасным для жизни работников предприятия и потребителей.

3.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

3.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

Согласно трудовому кодексу РФ, принятому 26 декабря 2001 г., существует перечень регламентов касающихся правовых вопросов обеспечения безопасности, таких как:

- заключение трудового договора допускается с лицами, достигшими возраста шестнадцати лет, за исключением случаев, предусмотренных настоящим Кодексом, другими федеральными законами
- лица, получившие общее образование или получающие общее образование и достигшие возраста пятнадцати лет, могут заключать трудовой договор для выполнения легкого труда, не причиняющего вреда их здоровью;
- обязательному предварительному медицинскому осмотру при заключении трудового договора подлежат лица, не достигшие возраста 78 восемнадцати лет, а также иные лица в случаях, предусмотренных настоящим Кодексом и иными федеральными законами;

- нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать сорока часов в неделю;
- во время регламентированных перерывов целесообразно выполнять комплексы упражнений и осуществлять проветривание помещения.

3.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Согласно ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ «Оборудование производственное. Общие эргономические требования», существует ряд общих положений, которые предъявляются к системе «человек — машина — среда»:

Взаимное расположение элементов рабочего места должно обеспечивать возможность осуществления всех необходимых движений и перемещений для эксплуатации и технического обслуживания оборудования. Взаимное расположение элементов рабочего места должно способствовать оптимальному режиму труда и отдыха, снижению утомления оператора, предупреждению появления ошибочных действий.

Взаимное расположение пульта управления, кресла, органов управления и средств отображения информации должно производиться в соответствии с антропометрическими показателями, структурой деятельности, психофизиологическими и биомеханическими характеристиками человека-оператора.

Конструкция частей оборудования, обращенных к полу, должна обеспечивать их плотное прилегание к полу или иметь расстояние от пола не менее 150 мм с целью обеспечения возможности проведения пневмо - или влажной уборки.

3.2 Производственная безопасность

Для определения опасных факторов на данном производстве воспользуемся классификацией опасных и вредных производственных факторов по ГОСТ 12.0.003- 2015. Проанализировав всевозможные опасные и вредные факторы на данном производстве, занесем их в таблицу 27

Таблица 27 – Опасные и вредные факторы производства

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разраб отка	Изгото вление	Экспл уатац ия	
1.Опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через человека	+	+	+	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов. [40]
2.Повышенный уровень шума на рабочем месте		+	+	СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.[55]
3.Повышенный уровень вибрации		+	+	.СН 2.2.4/2.1.8.566–96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий.[56]
4.Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*[59]

Приведем нормативные документы, которые регламентируют действие каждого выявленного фактора. Приведем допустимые нормы с необходимой размерностью, а также средства индивидуальной и коллективной защиты для минимизации воздействия фактора.

3.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования

3.2.1.1 Электрический ток

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Основными средствами и способами защиты от поражения электрическим током являются: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения; защитное заземление, зауление или отключение; вывешивание предупреждающих надписей; контроль за состоянием изоляции электрических установок.

Требования электробезопасности электроустановок производственного и бытового назначения на стадиях проектирования, изготовления, монтажа, наладки, испытаний и эксплуатации, а также технические способы и средства защиты, обеспечивающие электробезопасность электроустановок различного назначения приведены в ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ [40] «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».

3.2.1.2 Превышение уровней шума

Согласно п.4. СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96[55], допустимый уровень шума в производственных помещениях не должен превышать 80 дБ. Если уровень шума будет выше допустимого, то это скажется на физическом состоянии рабочего. При превышении уровня шума можно воспользоваться следующими методами снижения шума:

- Снижение шума осуществляется за счет улучшения конструкции машины или изменения технологического процесса.
- Средства индивидуальной защиты (СИЗ) применяются в том случае, если другими способами обеспечить допустимый уровень шума на рабочем месте не удастся. Принцип действия СИЗ;

– защитить наиболее чувствительный канал воздействия шума на организм человека – ухо. Применение СИЗ позволяет предупредить расстройство не только органов слуха, но и нервной системы от действия чрезмерного раздражителя.

– Методы и средства коллективной защиты, которые включают в себя применение звукоизоляции, акустическую обработку помещений, рациональную планировку предприятий и производственных помещений, а также изменение направленности излучения шума.

3.2.1.3 Повышенный уровень вибрации

Длительное воздействие производственной вибрации на человека вызывает ряд функциональных и физиологических последствий, наиболее опасные из которых могут привести к нарушениям в сердечно сосудистой системе, в опорно-двигательном аппарате, а также развитию нервных заболеваний.

Ограничение времени воздействия вибрации должно осуществляться путем установления для лиц виброопасных профессий внутрисменного режима труда, реализуемого в технологическом процессе.

При проектировании и строительстве зданий и промышленных объектов, других элементов производственной среды, а также разработке технологических процессов должны быть использованы методы, снижающие вибрацию на путях ее распространения от источника возбуждения.

3.2.1.4 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Работая при освещении плохого качества или низких уровней, люди могут ощущать усталость глаз и переутомление, что приводит к снижению работоспособности. В ряде случаев это может привести к ухудшению физического состояния.

Нормирование естественного и искусственного освещения производится по СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03[59] в зависимости от разряда зрительной работы (наименьший размер объекта различения), от контраста объекта различия с

фоном и от характеристики фона. Также существует нормирование коэффициента пульсации освещенности для каждого типа ламп. При выполнении данного эксперимента были использованы лампы накаливания

В производственных помещениях, в случаях преимущественной работы с деталями, допускается применение системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения деталей, инструментов и тд.).

В соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03[59] определяем что вид работ относится к работам средней точности, следовательно, освещенность на рабочих поверхностях столов в зоне размещения детали должна быть 400-500 лк.

В случаях если освещенность не достигает 400-500 лк следует пересмотреть проектировку размещения устройств освещения, либо заменить устройства освещения.

3.2.2 Обоснование мероприятий по предотвращению пожара и разработка порядка действия в случае его возникновения

Тушение горящего электрооборудования под напряжением должно осуществляются имеющимися огнетушителями ОУ-5. Чтобы предотвратить пожар в производственном помещении, необходимо:

- содержать помещение в чистоте, убирать своевременно мусор. По окончании работы поводится влажная уборка всех помещений;
- работа должна проводиться только при исправном электрооборудовании;
- на видном месте должен быть вывешен план эвакуации из здания с указанием оборудования, которое нужно эвакуировать в первую очередь;
- уходящий из помещения последним должен проверить выключены ли нагревательные приборы, электроприборы, оборудование и т.д. и отключение силовой и осветительной электрической сети.

Также необходимо соблюдение организационных мероприятий:

- правильная эксплуатация приборов, установок;
- правильное содержание помещения;
- противопожарный инструктаж сотрудников аудитории;
- издание приказов по вопросам усиления ПБ;
- наличие наглядных пособий и т.п.

В случаях, когда не удастся ликвидировать пожар самостоятельно, необходимо вызвать пожарную охрану по номеру 010 и покинуть помещение, руководствуясь планом пожарной эвакуации.

3.3 Экологическая безопасность

В результате изготовления детали «Вал», были выявлены источники загрязнения окружающей среды.

3.3.1 Анализ возможного влияния объекта исследования на окружающую среду

Защита атмосферы

Выбросы в атмосферу при выполнении проектирования детали «Вал» отсутствуют, так как использовались заготовки стали 45. Также при производстве детали используются токарные станки, что означает отсутствие выбросов газообразных продуктов в атмосферу.

Защита гидросферы

Загрязнение гидросферы может произойти в результате выброса смазочно-охлаждающих жидкостей в сточные воды. Во избежание проблемы возможны несколько путей решения:

- механические методы очистки сточных вод. Традиционно в группу методов механической очистки включают процеживание, отстаивание, осветление во взвешенном слое осадка, фильтрование, центробежные методы.

– захоронение сточных вод, высококонцентрированные и токсичные сточные воды многих отраслей промышленности, например: концентрированные рассолы установок опреснения; сточные воды, содержащие металлоорганические, в частности, ртутьорганические соединения, для которых ещё не разработаны достаточно эффективные и экономичные методы, – могут быть захоронены в глубоких подземных горизонтах.

Защита литосферы

При выполнении экспериментальной части, твердые отходы в виде стружки, снятой с материала заготовки предполагается использовать повторно.

3.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

3.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

Чрезвычайные ситуации могут возникнуть в результате несоблюдения правил безопасности и нахождения в лаборатории работниками, так и при не исправном оборудовании. Самой распространенной типовой ЧС является пожар или взрыв.

Основными и наиболее частыми причинами ЧС подобного рода являются:

- нарушение элементарных правил пожарной безопасности;
- неисправность электрооборудования, электросетей и нарушение электротехнических правил;

3.4.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС

В качестве профилактических мероприятий при типовой ЧС необходимо соблюдать следующие правила:

- правильная эксплуатация машин, правильное содержание территории, противопожарный инструктаж рабочих и служащих;
- соблюдение противопожарных правил, норм при устройстве оборудования, отопления, освещения, правильное размещение оборудования;

- запрещение курения в неустановленных местах, проведения сварочных и других огневых работ в пожароопасных помещениях;
- своевременные профилактические осмотры, ремонты и испытания технологического оборудования.
- применение автоматических средств обнаружения пожаров;
- повышение огнестойкости зданий и сооружений путём облицовки или оштукатуривания металлических конструкций.
- в доступном месте должны висеть инструкции по действиям при пожаре с указанием последовательности действий, а также планов эвакуации с 106 телефонами спецслужб, куда стоит сообщить о возникновении чрезвычайной ситуации.
- обязательно наличие звуковой пожарной сигнализации. Для обеспечения тушения пожара в начальной стадии его возникновения используется система пожарных водопроводов и аппараты пожаротушения, предназначенные для тушения пожара, огнетушители пенные ОХВП-10 и углекислотные ОУ-2. Для обеспечения безопасности людей при пожарах в производственных помещениях предусматриваются пути эвакуации и устройства для удаления из помещений дыма.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работе был усовершенствован и разработан технологический процесс изготовления детали «Вал» была произведена и рассчитана оптимальная исходная заготовка. Разработана принципиальная схема специального приспособления, назначены режимы резания и выбраны СТО (приборы для измерений, инструменты для обработки, оборудование). Рассчитали минимальные припуски на механическую обработку для точных размеров, также назначили режимы резания. Разработка всех этих пунктов позволяет обеспечить в мелкосерийном производстве получение изделий требуемого качества, понижение трудоемкости, быстрое решение проблем, возникших при производстве.

Рациональный выбор метода получения исходной заготовки сделал производство экономичнее. Технологический процесс с использованием нового оборудования и прогрессивных средств оснащения уменьшает трудоемкость изготовления изделия. Также был спроектирован гибкий производственный модуль для токарного станка с ЧПУ, с применением промышленного робота KR 8 R2010.

Таким образом, можно сделать заключение, что в ходе выполнения выпускной квалификационной работы техническое задание было полностью выполнено.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник технолога машиностроителя. В 1-ч т. Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е издание., -М.: Машиностроение, 1985 - 496с.
2. Схиртладзе А. Г., Пучков В. П., Прис Н. М. Проектирование технологических процессов в машиностроении: учебное пособие/ А. Г. Схиртладзе, В. П. Пучков, Н. М. Прис. – Старый Оскол: ТНТ, 2011. – 408 с.
3. Технологическая оснастка лекция с 1 до10 электорона
https://portal.tpu.ru/SHARED/k/KVS/study/disc2/Tab/Lecture_TO.pdf
4. Справочник нормировщика машиностроителя. Т.2 Под редакцией Е. И. Стружестраха. – Москва: Государственно научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1961. – 890 с.
5. Технологичность конструкции изделия: Справочник/Ю. Д. Амиров, Т. К. Алферова, П. Н. Волков и др.; Под общ. Ред. Ю. Д. Амирова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990. – 768 с.
6. Третьякова Н.В. Материаловедение: лекции – Иваново: изд. ИГЭУ. – 148с.
7. Техническое нормирование операций механической обработки деталей: Учебное пособие. Компьютерная версия. – 2-е изд., перер. /И.М. Морозов, И.И. Гузеев, С.А.Фадюшин. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2005. – 65 с.
8. DMG NEF 400 токарный станок с чпу [Электронный ресурс] - <https://ru.dmgmori.com/products/machines/turning/universal-turning/nef/nef-400>
9. Должиков В.П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 324 с.
10. Сайт подбора вакансий [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://russia.trud.com/>
11. Гибкие производственные комплексы / Под ред. Беянина и В.А. Лещенко. – М.: Машиностроение, 1984 – 384 с.

12. ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях (с Поправкой) официальное издание М.: Стандартиформ, 2013 г.

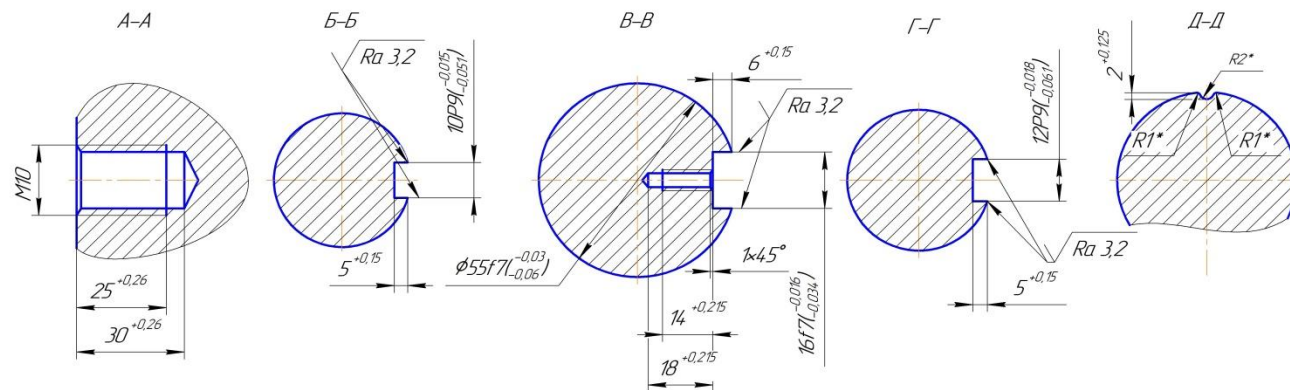
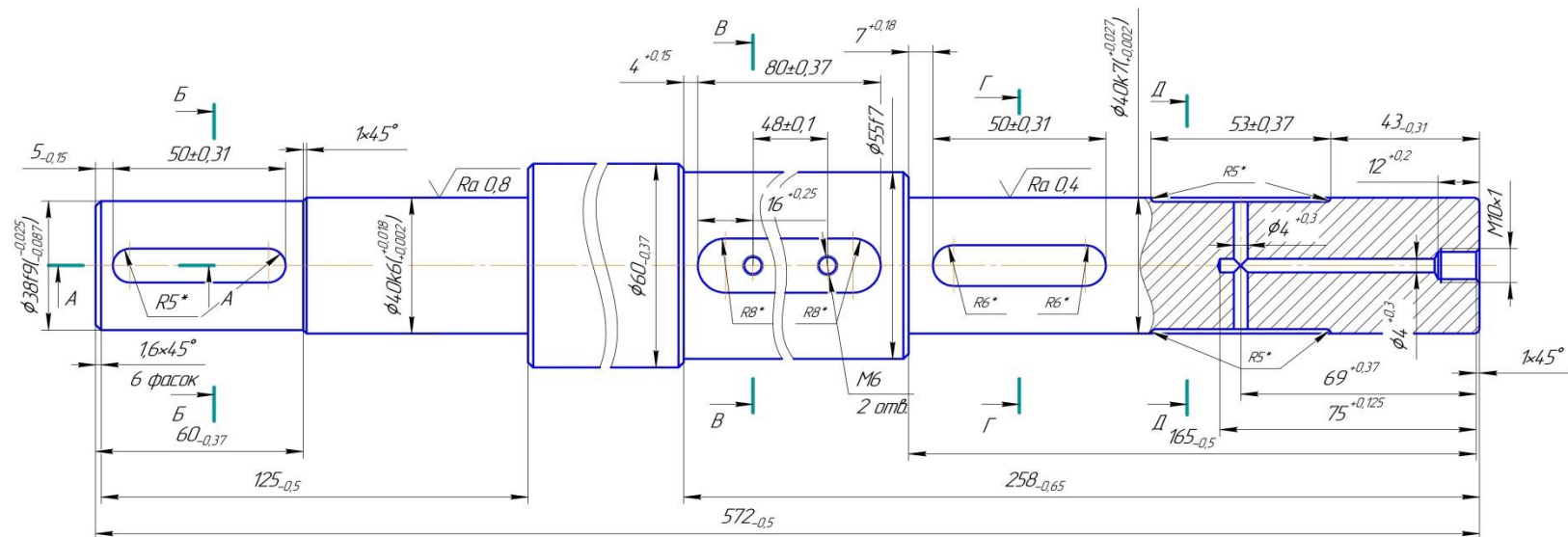
13. Каталог промышленных роботов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://robotforum.ru/promyishlennyye-robotyi.html>

14. Технологическая себестоимость заготовки электронная ресурса <https://studfile.net/preview/6282923/page:4/>

15. Расчет припусков на обработку деталей: метод. указания к практ. занятиям по дисциплине «Технология машиностроения» / сост. Т.А. Желобова; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2005. – 52 с.

16. Суммарное значение пространственных отклонений для заготовки данного типа определяется по формуле электронная ресурса <https://www.kazedu.kz/referat/136975/1>

ПРИЛОЖЕНИЕ А ЧЕРТЕЖ ДЕТАЛИ «ВАЛ».



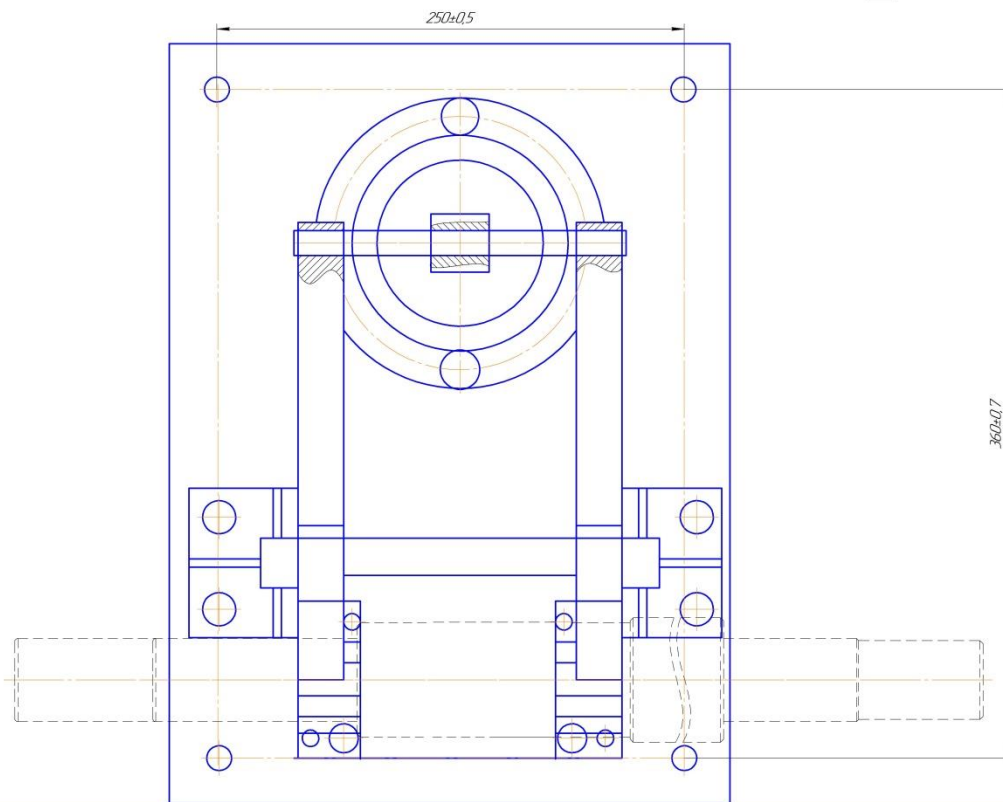
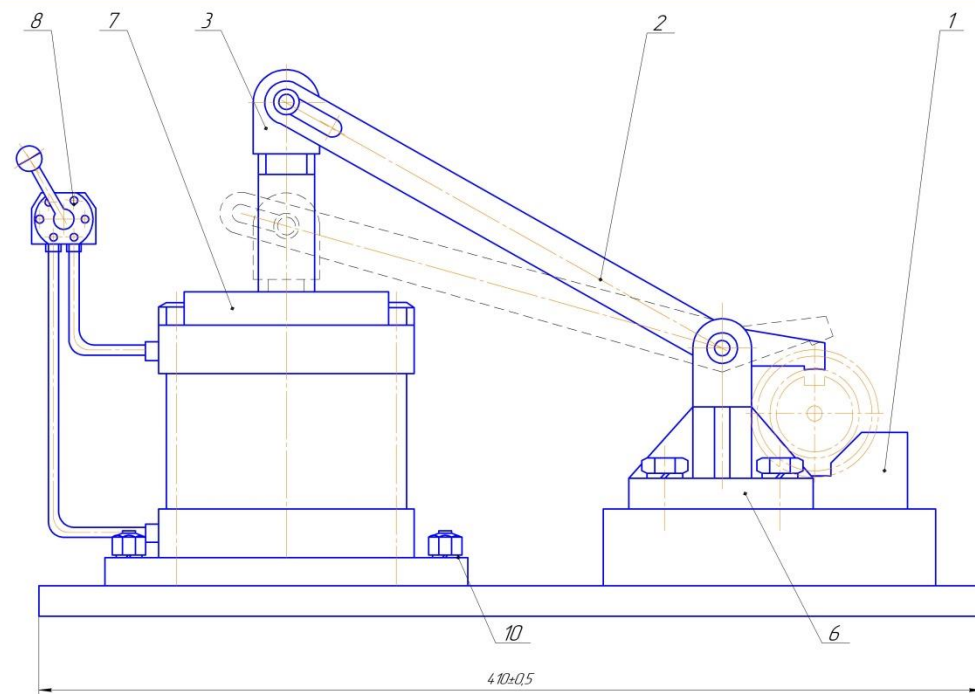
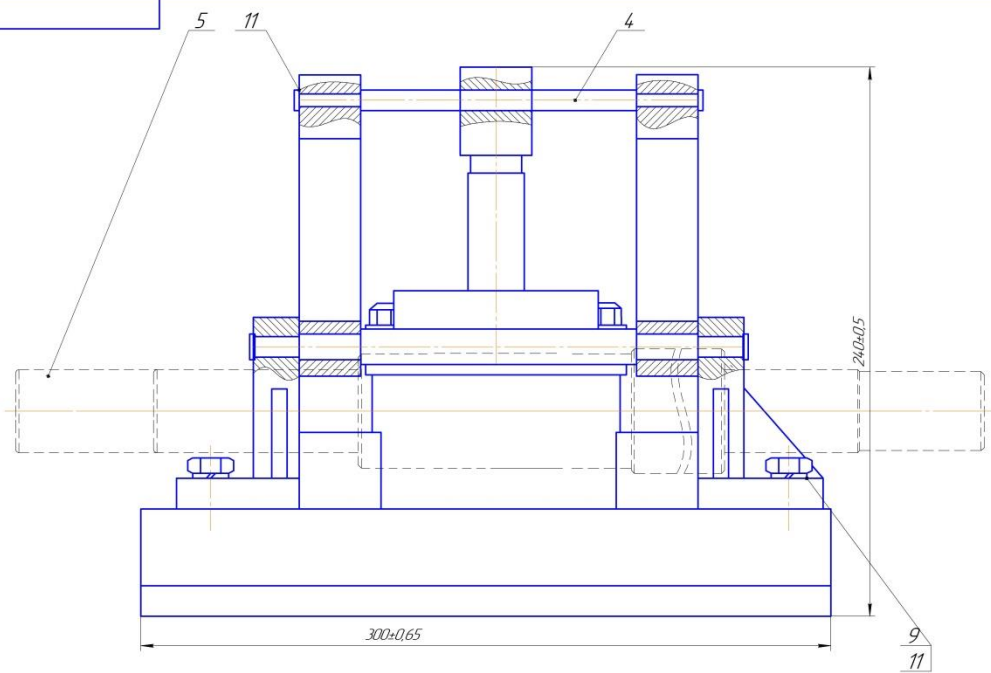
1. Улучшить HB 240...280.
2. H14, h14, $\pm IT14/2$.
3. *Размер обеспечивается инструментом

				ИШНПТ 100.00.01			
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Вал	Лист	Масса	Масштаб
					8,5	11	
Разработ	Министерство			Сталь 45 ГОСТ 1050-88	Листов	1	
Проб.	Еременков ЕА				ТПУ ИШНПТ		
Т.контр.				Группа 4А6А	Формат	A2	
Н.контр.							
Утв.							

Копировал

Формат A2

ПРИЛОЖЕНИЕ Б ЧЕРТЕЖ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ



- Технические характеристики
1. Усилие зажима $Q=44.3$ Н давлении в системе до 0,4 МПа.
 2. Рабочий ход поршня 10 мм.
 3. Способ установки детали на приспособление – ручной.

- Технические требования
1. Плывущие части смазывать смазкой Циатим 201 ГОСТ 6267-74.
 2. *Размеры для справок.
 3. Неуказанные радиусы скругления 3,5 мм.
 4. Места под крепление по ГОСТ.
 5. Призмы опорные по ГОСТ 12195-78.

Изм.	Лист	№ докум.	Год	Дата	Приспособление для фрезерования шлицевого паза	Лист	Место	Масштаб
Исполн.	Лист	Материал	Год	Дата	4	11		
Провер.	Лист	Спецификация	Год	Дата				
Техн. экз.	Лист	Лист	Год	Дата				
Начальн.	Лист	Лист	Год	Дата				
Удобр.	Лист	Лист	Год	Дата				

Копировать

Формат А1

ПРИЛОЖЕНИЕ В КОМПЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Дубл.														
Взам.														
Подп.														

										31137		1
	ТПУ		ИШНПТ-6109.00.00.00					ИШНПТ 4А6А				
	ВАЛ								1	1	1	

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский
Томский политехнический университет»

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ

На маршрутный технологический процесс механической обработки
детали «ВАЛ»

Проверил: К.Т.Н, доцент ОМ ИШ.
Ефременков Е.А.

Выполнил: студент группы 4А6А
Маматкулов Х.Т

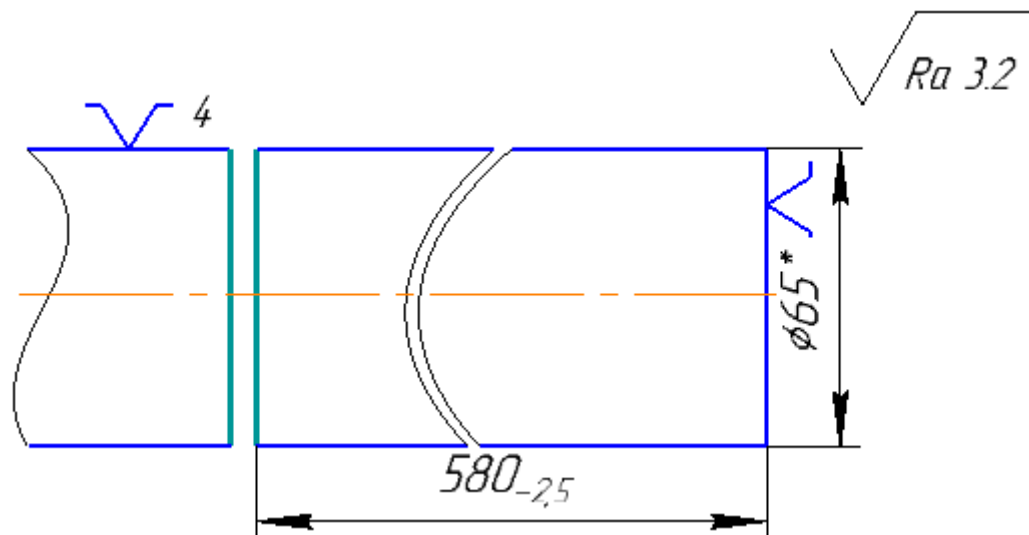
ТЛ

ГОСТ 3.1118-82 Форма 16

[illegible]

		7	1
--	--	---	---

Разраб.	Маматкулов Х.Т.			ТПУ	ИШНПТ-6109.00.00.00		ИШНПТ 4А6А			
Провер.	Ефременков Е.А.									
					Вал					005
Н.контр.	Ефременкова С.К.									

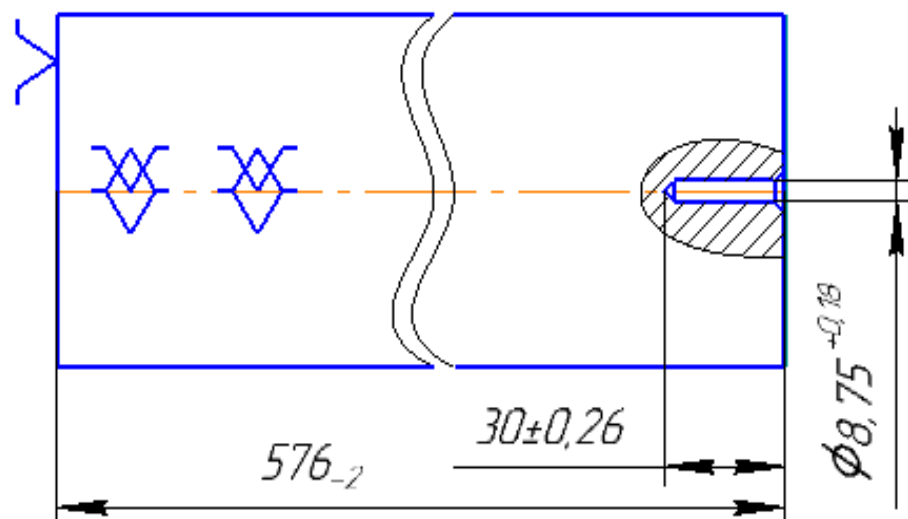


КЭ	Карта эскизов
----	---------------

[illegible]

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

Установ А



КЭ

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
																2	1		
Разраб.	Маматкулов Х.Т.			ТПУ	ИШНП-6109.00.00.00								ИШНПТ 4А6А						
Провер.	Ефременков Е.А.																		
Н.контр.	Ефременкова С.К.																	010	
Наименование операции				Материал				Твердость	ЕВ	МД	Профиль, разм., заготовка				МЗ		КОИ		
Токарная с ЧПУ				Сталь 45 ГОСТ 1050-88				270НВ	кг	8,5	Ø65×580				15,05		1		
Оборудование; устройство ЧПУ				Обозначение программы				То	Тв	Тпз	Тшт	Сож							
Токарный станок с ЧПУ DMG NEF 400								2,52	1,23	10	3,76	-							
Р	Содержание перехода				ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V							
О01	Установить заготовку в 3-х кулачковый патрон																		
О02	Базы: Наружный диаметр и торец																		
Т03	Патрон 3-х кулачковый 7100-0015 ГОСТ 2675-80																		
О04	1.Подрезать торец в размер 576-2 мм																		
Т05	Резец подрезной 2112-0007 ГОСТ 18880-73																		
Т06	Пластина 01331-160304 ГОСТ 19045-80 Т15К6																		
Т07	Штангенциркуль ШЦ-II-400-0,05 ГОСТ 19045																		
Т08	Образец шероховатости 3,2 Т ГОСТ 9378-93																		
Р09					Ø65	576-2	1	2	0,2мм/об	700	186,8								
О10	2.Центровать торец выдерживая размеры Ø3,15 мм.																		
ОК																			

[illegible]

Дубл.														
Взам.														
Подп.														
										1			3	
Разраб.	Маматкулов Х.Т.			ТПУ	ИШНП-6109.00.00.00						ИШНПТ 4А6А			
Провер.	Ефременков Е.А.													
Н.контр.	Ефременкова С.К.													010
Наименование операции				Материал			Твердость	ЕВ	МД	Профиль, разм., заготовка			МЗ	КОИД
Токарная с ЧПУ				Сталь 45 ГОСТ 1050-88			270НВ	кг	8,5	Ø65×580			15,05	10
Оборудование; устройство ЧПУ				Обозначение программы			То	Тв	Тпз	Тшт	Сож			
Токарный станок с ЧПУ DMG NEF 400							2,52	1,23	10	3,76	-			
Р	Содержание перехода			ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V			
О01	Переустановить заготовку в 3-х кулачковый патрон													
О02	Базы: Наружный диаметр и торец													
Т03	Патрон 3-х кулачковый 7100-0015 ГОСТ 2675-80													
О04	4.Подрезать торец в размер 573-1,5 мм													
Т05	Резец подрезной 2112-0007 ГОСТ 18880-73													
Т06	Пластина 01331-160304 ГОСТ 19045-80 Т15К6													
Т07	Штангенциркуль ШЦ-II-400-0,05 ГОСТ 19045													
Т08	Образец шероховатости 3,2 Т ГОСТ 9378-93													
Р09				Ø65	573-1,5	1	2	0,2мм/об	700	186,8				
О10	5.Центровать торец выдерживая размеры Ø3,15 мм.													
ОК														

[illegible]

							1	2	
			ТПУ	ИШНПТ.4А6А.001			ИШНПТ Группа 4А6А		
			Токарная с ЧПУ						015
			Оборудование, устройство ЧПУ				Особые указания		
			Токарный станок DMG NEF 400 с ЧПУ Fanuc 21i						
			Кодирование информации, содержание кадра						
			N20 G21 G40 G90 G80			N240 G0 Z1997			
			N25 G28 U0			N245 G1 X30.676			
			N30 G28 W125.0			N250 Z-1.797			
			N40 T1			N255 X34.676 Z-3.797			
			N45 M8			N260 G3 X35.2 Z-4.429			
			N50 G92 S2500			N265 G1 X35.907 Z-4.075			
			N55 G96 S500			N270 G0 X86.2			
			N60 G0 X80.2 Z1997 M4			N275 Z-159.429			
			N65 G1 Z-580.150 F0			N280 G1 X80.2			
			N70 X65.0			N285 G3 X80.2 Z-159.507			
			N75 X65.707 Z-580.15			N290 G1 X70.7 Z-213.761			
			N80 G0 Z1997			N295 Z-576.569			
			N85 G1 X70.7			N300 X80.2			
			N90 Z-223.309			N305 X80.907 Z-576.215			
			N95 X79.676 Z-48.797			N310 G0 Z-576.215			
			N100 G3 X60.2 Z-49.429			N315 G1 X70.7			
			N105 G1 X60.907 Z-49.07			N320 X61.2 Z-268.053			
			N110 G0 Z1997			N325 Z-576.569			
			N115 G1 X61.2			N330 X70.7			
			N120 Z-43.535			N335 X71.407 Z-576.215			
			N125 X68.412			N340 G0 Z-268.053			
			N130 G3 X69.676 Z-43.797			N345 G1 X61.2			
			N135 G1 X70.7 Z-44.309			N350 X55.151 Z-302.569			
			N140 X71.407 Z-43.955			N355 X61.2			
			N145 G0 Z1997			N360 X61.907 Z-576.215			
			N150 G1 X51.7			N365 G0 X91.0			
			N155 Z-43.535			N370 Z0.815 T101			
			N160 X61.2			N375 G92 S2500			
			N165 X61.907 Z-43.181			N380 G96 S500			
			N170 G0 Z1997			N385 X25.17			
			N175 G1 X42.2			N390 G1 X34.535 Z-3.867 F0			
			N180 Z-39.429			N395 G3 X35.0 Z-4.429			
			N185 G2 X50.412 Z-43.181			N400 G1 Z-12.855			
			N195 X52.407 Z-43.181			N405 G3 X34.994 Z-12.924			
			N200 G0 Z1997			N410 G1 X34.864 Z-13.667			
			N205 G1 X35.2			N415 X35.697 Z-13.63			
			N210 Z-13.552			N420 G3 X35.836 Z-13.627			
			N215 X35.68 Z-13.531			N425 G1 X40.413			
			N220 G3 X35.836 Z-13.527			N430 G3 X42.0 Z-14.421			
			N225 G1 X40.413			N435 G1 Z-39.429			
			N230 G3 X42.2 Z-14.421			N440 G2 X50.412 Z-43.635			
			N235 G1 X42.907 Z-14.068			N445 G0 X89.412 Z0.1 T101 M8			
Дир. Взл. Подп.						Разраб.	Маматкулов Х.Т.		
						Н. контр.	Ефременков Е.А.		

				ИШНПТ 4А6А005.КП.001				ИШНПТ 4А6А					
Кодирование информации, содержание кадра						Кодирование информации, содержание кадра							
		N450 G0 X89.412 Z0.1 T101 M8				N680 X61.2							
		N455 G92 S4500				N685 X61.907 Z-259.546							
		N460 G96 S365				N685 G0 Z3.632							
		N465 G1 X-1587 F0				N690 G1 X42.2							
		N470 Z0.5				N695 Z-165.794							
		N475 X-0.88 Z0.854				N700 G2 X50.412 Z-257.9							
		N480 G0 Z3.0				N705 G1 X51.7							
		N485 X91.0 T101				N710 X52.407 Z-257.546							
		N490 G92 S4500				N715 G0 Z3.632							
		N495 G96 S487				N720 G0 Z3.632							
		N500 Z0				N725 Z-125.924							
		N505 G1 X-1587 F0.				N730 X35.68 Z-125.903							
		N510 X3.778 Z2.683				N735 G3 X35.836 Z-125.9							
		N515 G0 X89.412 T101				N740 G1 X40.413							
		N520 G92 S4500				N745 G3 X42.2 Z-124.794							
		N525 G96 S365				N750 G1 X42.907 Z-124.44							
		N530 X91.0 Z3.632				N755 G0 Z3.632							
		N535 X80.2				N765 G1 X33.2							
		N540 G1 Z-572.934 F0				N770 Z-60.424							
		N545 X85.0				N775 X34.676 Z-60.162							
		N550 X85.707 Z-572.58				N780 G3 X35.2 Z-60.794							
		N560 G0 Z3.632				N785 G1 X35.907 Z-79.44							
		N565 G1 X70.7				N790 G0 Z3.632							
		N570 Z-258.674				N795 G1 X26.2							
		N575 X79.676 Z-165.162				N800 Z-57.894							
		N580 G3 X80.2 Z-165.794				N805 X31.413							
		N585 G1 X80.907 Z-143.44				N810 G3 X33.2 Z-58.788							
		N590 G0 X85.32				N815 G1 X33.907 Z-58.434							
		N595 Z-314.794				N820 G0 Z3.632							
		N600 G1 X80.2				N825 G1 X21.676							
		N605 G3 X80.193 Z-314.872				N830 Z-0.162							
		N610 G1 X71.958 Z-572.934				N835 X25.676 Z-2.162							
		N615 X80.2				N840 G3 X26.2 Z-2.794							
		N620 X80.907 Z-572.58				N845 G1 X26.907 Z-2.44							
		N625 G0 X85.32				N850 G0 X31.32							
		N630 Z3.632				N855 Z-56.395							
		N635 G1 X61.2				N860 G1 X26.2							
		N640 Z-137.9				N865 G3 X26.193 Z-56.473							
		N645 X68.413				N870 G1 X25.945 Z-57.894							
		N650 G3 X69.676 Z-258.162				N875 X26.2							
		N655 G1 X70.7 Z-258.674				N880 X26.907 Z-57.541							
		N660 X71.407 Z-258.32				N885 G0 X31.32							
		N665 G0 Z3.632				N890 G1 X32.027 Z-124.187							
		N670 G1 X51.7				N895 G0 X91.0							
		N675 Z-258.9				N900 Z2.45 T101							

						ИШНПТ 4А6А005.КП.001			ИШНПТ 4А6А								
Кодирование информации, содержание кадра						Кодирование информации, содержание кадра											
N905 G92 S4500																	
N910 G96 S487																	
N915 X16.17																	
N920 G1 X25.535 Z-2.232 F0																	
N925 G3 X26.0 Z-2.794																	
N930 G1 Z-56.395																	
N935 G3 X25.994 Z-124.464																	
N940 G1 X25.726 Z-126.994																	
N945 X31.413																	
N950 G3 X33.0 Z-126.788																	
N955 G1 Z-78.465																	
N960 X34.535 Z-79.232																	
N965 G3 X35.0 Z-79.794 R0.794																	
N970 G1 Z-97.228																	
N975 G3 X34.994 Z-297																	
N980 G1 X34.864 Z-165.039																	
N985 X35.697 Z-166.003																	
N990 G3 X35.836 Z-166.032																	
N995 G1 X40.413																	
N1000 G3 X42.0 Z-166.794																	
N1005 G1 Z-133.794																	
N1010 G2 X50.412 Z-258.0																	
N1015 G1 X68.413																	
N1020 G3 X69.535 Z-258.232																	
N1025 G1 X79.535 Z-243.232																	
N1030 G3 X80.0 Z-243.794																	
N1035 G1 Z-320.794																	
N1040 X80.661 Z-314.014																	
N1045 G0 X91.0																	
N1050 G28 U0																	
N1055 G28 W0																	
N1060 M30																	

[illegible]

[illegible]

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
															1	4			
Разраб.	Маматкулов Х.Т.			ТПУ	ИШНП-6109.00.00.00								ИШНПТ 4А6А						
Провер.	Ефременков Е.А.																		
Н.контр.	Ефременкова С.К.			ВАЛ												015			
Наименование операции				Материал				Твердость	ЕВ	МД	Профиль, разм., заготовка				МЗ		КОИ		
Токарная с ЧПУ				Сталь 45 ГОСТ 1050-88				270НВ	кг	8,5	Ø65×580				15,05		1		
Оборудование; устройство ЧПУ				Обозначение программы				То	Тв		Тпз		Тшт	Сож					
Токарный станок с ЧПУ DMG NEF 400								2,52	1,23		10		3,76	Эмулькат ТУ 0258-088-057446885-96					
Р	Содержание перехода				ПИ	D или B		L		t		i		S	n		V		
	Установ Б;																		
O01	Переустановить заготовку в зубчатый поводковый центр и центр задней бабки																		
O02	Базы: Центры и торец																		
T03	Зубчатый поводковый центр, StebCentre,D22 мм, KM2; Втулка переходная KM6/KM2;																		
T04	Центр вращающийся 7032-4158-01; Втулка переходная KM4/KM3;																		
T05	Револьверная головка PRAGATI BTP-80;																		
T06	6.Точить наружный диаметр в размер Ø41-0,35 мм																		
T07	Резцедержатель ESW_137230;																		
T08	Державка для точения SCLCL 2525M 09HP																		
T09	Пластина CCMT 09 T3 04-MM 2220																		
T10	Микрометр МК Ц100-1 ГОСТ 6507-90;																		
T11	Образец шероховатости 1,6 Т ГОСТ 9378-93																		
P12	CCMT 09 T3 04-MM 2220				4	Ø41		125,8		1,5	2	0,3мм/об		1800	245				
O13	7.Точить наружный диаметр в размер Ø40k6 мм																		
OK																			

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

[illegible]

			2
--	--	--	---

[illegible]

P0	Содержание перехода	ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V
----	---------------------	----	---------	---	-----	-----	---	---	---

T14	Резцедержатель ESW_137230;
-----	----------------------------

T15	Державка для точения SCLCL 2525M 09HP;
-----	--

Т16	Пластина ССМТ 09 Т3 04-ММ 2220;
-----	---------------------------------

T17	Микрометр МК Ц100-1 ГОСТ 6507-90;
-----	-----------------------------------

T18	Образец шероховатости 1,6 Т ГОСТ 9378-93;
-----	---

P19	CCMT 09 T3 04-MM 2220	4	Ø40	125	0.3	1	0.25mm/ø6	2000	264
-----	-----------------------	---	-----	-----	-----	---	-----------	------	-----

119	ССМН 09 15 04 ММ 2220	1	510	125	0,5	1	0,25 ММ/СВ	2000	201
Q20	8 Тошита наружный диаметр Ø38 4b9 мм, выдерживая размеры								

020	8.10 чигв наружный диаметр Ø38, чигв мм, выдерживая размеры
T21	Размер диаметра ESW 127220:

T21	Резцедержатель ESW_15/250,
T22	Пластина GGMT 00 T2 04 MM 2320-

122	Пластина ССМ1 09 13 04-ММ 2220;
123	Б. 35X 35 2525М 20ХР

123	Державка для точения SCLCL 2525M 09HP;

P24	Образец шероховатости 1,6 Т ГОСТ 9378-93;

T25	Штангенциркуль ШЦ-II- 150-0,05 ГОСТ 166-89;
-----	---

T26	Угломер типа 1-2 ГОСТ 5378-88;
-----	--------------------------------

T27	Набор радиусных шаблонов ГОСТ 4126;
-----	-------------------------------------

Т28	Микрометр МК Ц50-1 ГОСТ 6507-90;
-----	----------------------------------

P29	CCMT 09 T3 04-MM 2220	4	Ø38,4	60,5	1	1	0,03mm/об	2000	188
-----	-----------------------	---	-------	------	---	---	-----------	------	-----

--	--

OK	
----	--

[illegible]

										ГОСТ 3.1404 – 86		Форма 2а					
Дубл.																	
Взам.																	
Подп.																	
															4		
										ИШНПТ-6109.00.00.00					015		
P0	Содержание перехода						ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V			
O40	9.Точить наружный диаметр Ø40k7 мм, выдерживая размеры																
T41	Резцедержатель ESW_137230;																
T42	Пластина CCMT 09 T3 04-MM 2220;																
T43	Державка для точения SCLCL 2525M 09HP;																
T44	Образец шероховатости 1,6 T ГОСТ 9378-93;																
P45	Штангенциркуль ШЦ-II- 150-0,05 ГОСТ 166-89;																
T46	Угломер типа 1-2 ГОСТ 5378-88;																
T47	Набор радиусных шаблонов ГОСТ 4126;																
T48	Микрометр МК Ц50-1 ГОСТ 6507-90																
P49	CCMT 09 T3 04-MM 2220						1	Ø40	165	0,4	1	0,3мм/об	1800	245			
OK																	

Дубл.														
Взам.														
Подп.														
										1			124	
Разраб.	Маматкулов Х.Т.			ТПУ	ИШНП-6109.00.00.00						ИШНПТ 4А6А			
Провер.	Ефременков Е.А.													
Н.контр.	Ефременкова С.К.													020
Наименование операции				Материал			Твердость	ЕВ	МД	Профиль, разм., заготовка			МЗ	КОИД
Слесарная				Сталь 45 ГОСТ 1050-88			270НВ	кг	8,5	Ø65×580			15,05	1
Оборудование; устройство ЧПУ				Обозначение программы			То	Тв	Тпз	Тшт	Сож			
Верстак слесарный ГОСТ 19917-93							2,52	1,23	10	3,76	-			
Р	Содержание перехода			ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V			
О01	1.Снять заусенцы, притупить острые кромки.													
О02	Тиски 7827-0281 ГОСТ 4045-75;													
Т03	Надфиль плоск.остр. ГОСТ 1513-77													
О04	Нарезать резьбу М10 ГОСТ 3266-81 Р6М5 ГОСТ 1604-													
Т05	Микрометр резьбовой производится по ГОСТ 4380-63.													
Т06	стандарте ГОСТ8724 – 81 находим резьбу													
Т07	ПР-ПР, КПР-НЕ, У-ПР и К-И для резьб по ГОСТ 25096													
ОК														

[illegible]

Дубл.														
Взам.														
Подп.														
										1		2		
Разраб.	Маматкулов Х.Т.			ТПУ	ИШНП-6109.00.00.00				ИШНПТ 4А6А					
Провер.	Ефременков Е.А.													
Н.контр.	Ефременкова С.К.												030	
Наименование операции				Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль, разм., заготовка			МЗ	КОИ	
Фрезеро-Сверланая с ЧПУ				Сталь 45 ГОСТ 1050-88		270НВ	кг	8,5	Ø65×580			15,05	1	
Оборудование; устройство ЧПУ				Обозначение программы		То	Тв	Тпз	Тшт	Сож				
Станок фрезерно-сверлильная JET JMD-45PF						2,52	1,23	10	3,76	-				
Р	Содержание перехода			ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V			
O01	Установить заготовку в призмы													
O02	Базы: Наружный диаметр и торец													
T03	Гидравлический зажим													
O04	1.Фрезеровать шпоночный паз выдерживая размеры R5 мм													
T05	Втулка переходная 1752-4-1;													
T06	Фреза шпоночная Ø8 ГОСТ 9140-2015 P6M5;													
T07	Набор радиусных шаблонов ГОСТ 4126;													
T08	Штангенциркуль ШЦ-II- 125-0,05 ГОСТ 166-89;													
T09	Образец шероховатости 3,2 ГОСТ 9378-93;													
P10	10 50 3 1 0,1мм/об 600 18,7													
O11	1.Фрезеровать шпоночный паз выдерживая размеры R8 мм													
T12	Втулка переходная 1752-4-1;													
T13	Фреза шпоночная Ø8 ГОСТ 9140-2015 P6M5;													
OK														

Дубл.																												
Взам.																												
Подп.																												
																			127									
										ИШНПТ-6109.00.00.00									030									
Р	Содержание перехода								ПИ	D или B		L	t	i	S	n	V											
T14	Набор радиусных шаблонов ГОСТ 4126;																											
T15	Штангенциркуль ШЦ-II- 125-0,05 ГОСТ 166-89;																											
T16	Образец шероховатости 3,2 ГОСТ 9378-93;																											
P17	16 80 4 1 0,1мм/об 600 25,2																											
O18	1.Фрезеровать шпоночный паз выдерживая размеры R6 мм																											
T19	Втулка переходная 1752-4-1;																											
T20	Фреза шпоночная Ø8 ГОСТ 9140-2015 P6M5;																											
T21	Набор радиусных шаблонов ГОСТ 4126;																											
T22	Штангенциркуль ШЦ-II- 125-0,05 ГОСТ 166-89;																											
T23	Образец шероховатости 3,2 ГОСТ 9378-93;																											
P24	12 50 3 1 0,1мм/об 600 14,8																											
ОК																												

[illegible]

Дубл.														
Взам.														
Подп.														
										1	1			
Разраб.	Маматкулов Х.Т.			ТПУ	ИШНП-6109.00.00.00				ИШНПТ 4А6А					
Провер.	Ефременков Е.А.													
Н.контр.	Ефременкова С.К.												035	
Наименование операции				Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль, разм., заготовка			МЗ	КОИД	
Слесарная				Сталь 45 ГОСТ 1050-88		270НВ	кг	8,5	Ø65×580			15,05	1	
Оборудование; устройство ЧПУ				Обозначение программы		То	Тв	Тпз	Тшт	Сож				
Верстак слесарный ГОСТ 19917-93						2,52	1,23	10	3,76	-				
Р	Содержание перехода			ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V			
O01	1.Снять заусенцы, притупить острые кромки.													
O02	Тиски 7827-0281 ГОСТ 4045-75;													
T03	Надфиль плоск.остр. ГОСТ 1513-77													
O04	Нарезать резьбу М6 ГОСТ 3266-81 Р6М5 ГОСТ 1604-													
T05	Микрометр резьбовой производится по ГОСТ 4380-63.													
T06	стандарте ГОСТ8724 – 81 находим резьбу													
T07	ПР-ПР, КПР-НЕ, У-ПР и К-И для резьб по ГОСТ 25096													
ОК														

Дубл.													
Взам.													
Подп.													
										1	1		
Разраб.	Маматкулов Х.Т.			ТПУ	ИШНП-6109.00.00.00				ИШНПТ 4А6А				
Провер.	Ефременков Е.А.												
Н.контр.	Ефременкова С.К.											040	
Наименование операции				Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль, разм., заготовка			МЗ	КОИД
Контрольная				Сталь 45 ГОСТ 1050-88		270НВ	кг	8,5	Ø65×580			15,05	1
Оборудование; устройство ЧПУ				Обозначение программы		То	Тв	Тпз	Тшт	Сож			
Контрольный стол						2,52	1,23	10	3,76	-			
Р	Содержание перехода			ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V		
О01	1. Контролировать размеры согласно чертежу												
О02	Штангенциркуль ШЦ-II- 125-0,05 ГОСТ 166-89;												
Т03	2. Контролировать размер												
О04	Набор радиусных шаблонов ГОСТ 4126;												
Т05	3.Контролировать шероховатость полученных поверхностей												
Т06	Образец шероховатости 3,2 ГОСТ 9378-93												
Т07	Микрометр резьбовой производится по ГОСТ 4380-63.												
Т08	стандарте ГОСТ8724 – 81 находим резьбу												
Т09	ПР-ПР, КПР-НЕ, У-ПР и К-И для резьб по ГОСТ 25096												
ОК													

Дубл.														
Взам.														
Подп.														
										1			1	
Разраб.	Маматкулов Х.Т.			ТПУ	ИШНП-6109.00.00.00						ИШНПТ 4А6А			
Провер.	Ефременков Е.А.													
Н.контр.	Ефременкова С.К.													045
Наименование операции				Материал			Твердость	ЕВ	МД	Профиль, разм., заготовка			МЗ	КОИД
Круглошлифовальная				Сталь 45 ГОСТ 1050-88			270НВ	кг	8,5	Ø65×580			15,05	1
Оборудование; устройство ЧПУ				Обозначение программы			То	Тв	Тпз	Тшт	Сож			
Круглошлифовальный станок RSM750							2,52	1,23	10	3,76	-			
Р	Содержание перехода			ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V			
O01	Установить заготовку в оси вал торец и центр задней бабки													
O02	Базы: Центры и торец													
T03	Центр вращающийся 7032-4158-01													
O04	1.Шлифовать Ø40k6 выдерживая размер 65±0,09 мм.													
T05	2.Выдерживать отклонения от радиального биения - 0,02 мм, 0,08 мм,													
T06	0,05 мм, от цилиндричности - 0,008 мм													
T07	Оправка для шлифовального круга Ø203 ГОСТ 2270-78													
P08	Шлифовальный круг П2 400×40×203 14А F36 СТ3-ВТ ВФ 1кл ТУ													
N09	3982-003-01394573; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75;													
T10	Штангенциркуль ШЦ-II-150-0,05 ГОСТ 166-89.													
T11	Стойка С-III ГОСТ 10197-70; Микрометр МК Ц50-1 ГОСТ 6507-90;													
P12				Ø40	65±0,09	0.01	20	0,04мм/об	3 000	100				
O13	3.Шлифовать Ø55f7 выдерживая размер 93±0,16 мм													
T14	4.Выдерживать отклонения от радиального биения - 0,02 мм, 0,08 мм,													
ОК														

Перв. примен.

Спроект. №

Подп. и дата

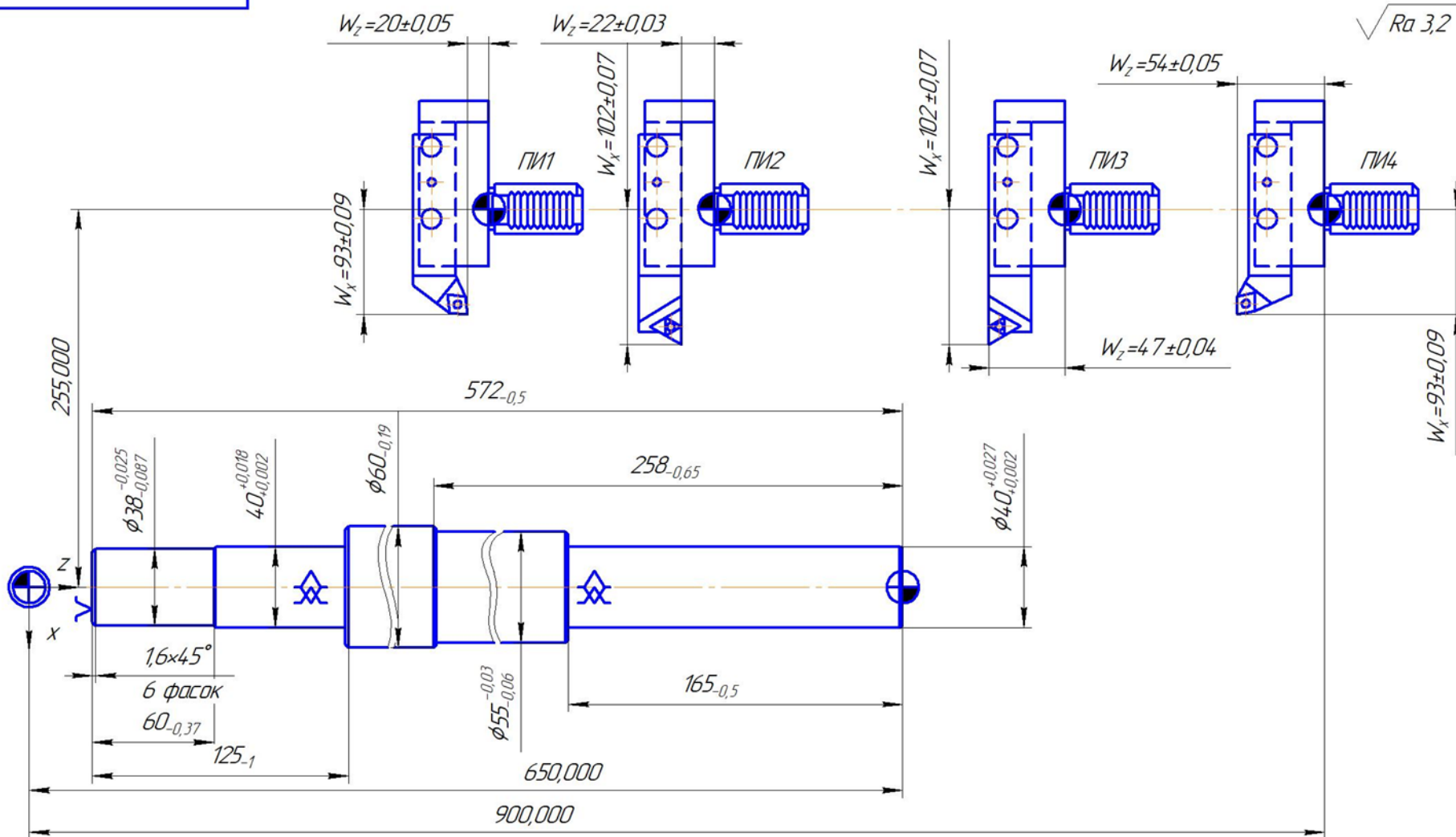
Изд. № 2, 2011

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изд. № 1, 2011

10'000'000- ИШНПТ



- Нуль станка



- Нуль детали



- Нуль инструмента

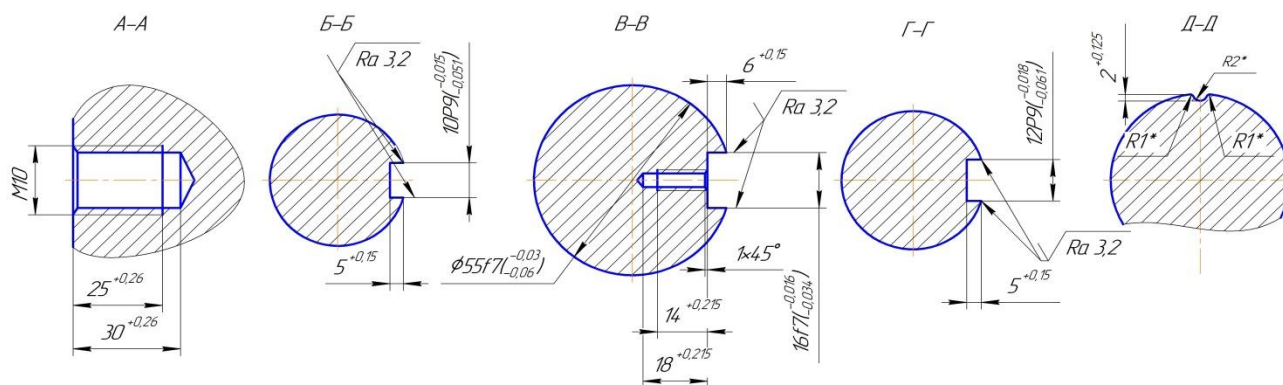
						ИШНПТ -000.000.01			
						Карта наладка для токарной операции			
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата			Лист	Масса	Масштаб	
Разраб.	Маматкулов						8,5	2:1	
Пров.	Ефременков ЕА								
Т.контр.						Лист	Листов 1		
Н.контр.						ТПУ ИШНПТ			
Утв.						Группа 4А6А			

Копировал

[illegible]

136

$Ra\ 3,2\ (\checkmark)$



1. Улучшить НВ 240..280.
2. Н14, h14. ±IT14/2.
3. *Размер обеспечивается инструментом

						ИШНПТ 100.00.01		
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата			Лист	Масса	Максимум
Разраб.	Манастыкулов				Вал		8,5	11
Проб.	Евсеев							
Техн.пр.	Евсеев					Лист	Листов	1
Начальн.					Сталь 45 ГОСТ 1050-88	ТТЧ ИШНПТ		
Умб.						Группа 4А6А		
					Копирован	Формат А2		